Graupner / heim

Starlet 50

Modellhubschrauber

Best.-Nr. 4445 Bausatz

Best.-Nr. 4446 Komplettbausatz mit Motor und Schalldämpfer

Warnung!

Der mit dieser Mechanik erstellte RC-Hubschrauber ist kein Spielzeug! Er ist ein kompliziertes Fluggerät, das durch unsachgemässen Umgang schwere Sach- und Personenschäden verursachen kann.
Sie allein sind für die korrekte Fertigstellung und einen gefahrlosen Betrieb verantwortlich! Bitte beachten Sie unbedingt die beiliegenden Blätter SHW3 und SHW7 mit Sicherheitshinweisen, sie sind Bestandteil dieser Anleitung.

GRAUPNER GmbH & Co. KG D-73230 KIRCHHEIM/TECK GERMANY
Änderungen, Irrtümer und Druckfehler vorbehalten ID# 52067 5/04

Vorwort

STARLET 50, ein Modellhubschrauber der 50er Klasse in offener Bauweise auf der Basis der bewährten UNI-Expert-Mechanik, ist nicht nur für den Einsteiger interessant als robustes und maximal aufrüstbares Trainermodell, sondern auch für den fortgeschrittenen Heliflieger mit Kunstflugambitionen, der ein kompaktes Modell mit hohem Leistungsüberschuss anstrebt.
Der Motorstart erfolgt von oben durch den Kühllufteinlass. Die Schalldämpferausstattung kann weitgehend den individuellen Ansprüchen angepasst werden: Neben einem Resonanzschalldämpfer für optimale Motorleistung sind auch preiswerte Serienschalldämpfer bzw. Superschalldämpfer einsetzbar, zumal auch damit eine mehr als ausreichende Leistung zur Verfügung steht.
Das Modell weist aufgrund des grossen Heckrotordurchmessers eine sehr gute Heckrotorwirkung auf; der Heckrotor läuft in Autorotation mit. Das hohe Chassis ergibt ausreichende Heckrotor-Bodenfreiheit in Verbindung mit dem gebogenen Heckausleger, durch welchen die Heckrotorwelle in einem Bogen läuft und somit nicht schlagen kann.
Für den Einsteiger ist STARLET 50 eine zukunftssichere Investition, da es direkt aufrüstbar ist zur UNI-EXPERT-Mechanik bzw. UNI-Mechanik 2000; manche Rumpfbausätze können sogar ohne Aufrüstung in die 60er Klasse mit dem vorhandenen Motor verwendet werden. STARLET 50 bildet daher den Anfangspunkt eines Hubschraubersystems, das vom Kleinhubschrauber für Anfänger reicht bis zum Experten- oder Scale-Modell.
Die leichte, tiefgezogene Verkleidung der Mechanik mit eingesetztem Kühlluftkanal ist vibrationsfest auf Gummitüllen gelagert und kann mit wenigen Handgriffen aufgesetzt und abgenommen werden; dadurch sind Fernsteuerungskomponenten und Mechanik optimal zugänglich.
Der Tank ist gut sichtbar, auf Höhe des Vergasers, in der Kabine untergebracht, wodurch der Kraftstoffvorrat leicht im Flug überprüft werden kann. Der lange, schwarz eloxierte Heckausleger wird über zwei Streben stabil abgestützt und kann bei eventuellen Beschädigungen problemlos innerhalb kürzester Zeit ausgewechselt werden; seine Länge wurde so gewählt, dass sowohl der Einsteiger mit preiswerten, kurzen Holzrotorblättern mit S-Schlag-Profil das Fliegen erlernen, als auch der Experte mit längeren, symmetrisch profilierten GfK-Rotorblättern uneingeschränkten „3-D"-Kunstflug ausführen kann.

Technische Daten

Länge ohne Rotor ca.	1310 mm
Breite ohne Rotor ca.	240 mm
Höhe ca.	430 mm
Mögliche Rotor- Ø	1160...1365 mm
Fluggewicht ab ca.	3300 g

Warnhinweise

- **Das aus diesem Bausatz betriebsfertig aufgebaute Modell ist kein harmloses Spielzeug! Es kann durch mangelhaften Aufbau und/oder unsachgemässe oder fahrlässige Handhabung beim Betrieb zu schweren Sach- und Personenschäden führen.**
- **Ein Hubschrauber hat zwei im Betrieb schnell drehende Rotoren mit einer hohen Drehenergie. Alles, was dabei in die Drehebene der Rotoren gelangt, wird zerstört oder zumindest stark beschädigt - also auch Gliedmassen! Bitte extreme Vorsicht walten lassen!**
- **Gelangt ein Gegenstand in die Drehebene der laufenden Rotoren, so wird nicht nur dieser, sondern auch die Rotorblätter beschädigt. Teile davon können sich lösen, was zu einer extremen Unwucht führt, wodurch der gesamte Hubschrauber in Mitleidenschaft gezogen und unberechenbar wird.**
- **Störungen der Fernsteuerungsanlage, hervorgerufen beispielsweise durch Fremdstörungen, Ausfall eines Bauteils oder durch leere bzw. defekte Stromquellen, lassen einen Modellhubschrauber ebenfalls unberechenbar werden: Er kann sich ohne Vorwarnung in jede beliebige Richtung bewegen.**
- **Ein Hubschrauber besitzt eine grosse Anzahl von Teilen, die einem Verschleiss unterworfen sind, beispielsweise Getriebeteile, Motor, Kugelgelenke usw. Eine ständige Wartung und Kontrolle des Modells ist daher unbedingt erforderlich. Wie bei den „grossen“ Vorbildern üblich, muss auch am Modell vor jedem Start eine "Vorflugkontrolle" durchgeführt werden, bei der evtl. entstandene Mängel erkannt und rechtzeitig beseitigt werden können, bevor sie zu einem Absturz führen.**
- **Diesem Bausatz liegen zwei weitere Einlegeblätter - SHW3 und SHW7 - mit Sicherheitshinweisen und Warnungen bei: Bitte unbedingt lesen und beachten, sie sind Teil dieser Anleitung!**
- **Dieser Modellhubschrauber darf nur von Erwachsenen oder Jugendlichen ab 16 Jahren unter Anleitung und Aufsicht von sachkundigen Erwachsenen gebaut und betrieben werden.**
- **Es besteht Verletzungsgefahr durch scharfe Spitzen und Kanten.**
- **Gesetzliche Auflagen, insbesondere bezüglich einer ggf. erforderlichen Aufstiegserlaubnis, sowie die fernmelderechtlichen Bestimmungen für den Betrieb der Fernsteuerungsanlage müssen unbedingt beachtet werden. Der Abschluss einer Haftpflichtversicherung für den Modellflug ist gesetzlich vorgeschrieben.**
- **Ein Hubschraubermodell muss so transportiert werden (z.B. zum Fluggelände), dass daran keine Beschädigungen entstehen können. Besonders gefährdet sind dabei die Steuergestänge am Hauptrotor und der gesamte Heckrotor.**
- **Einen Modellhubschrauber zu steuern ist nicht einfach; zum Erlernen dieser Fähigkeit ist Ausdauer und ein gutes optisches Wahrnehmungsvermögen erforderlich.**
- **Vor der Inbetriebnahme des Modells ist es unerlässlich, sich intensiv mit der Materie "Modellhubschrauber" auseinanderzusetzen. Dies sollte sowohl durch Fachliteratur**

erfolgen, als auch praktisch, z.B. durch Zuschauen auf Modellflugplätzen mit Helikopterbetrieb, in Gesprächen mit anderen Modellhelikopterpiloten oder durch den Besuch einer Modellflugschule. Auch der Fachhandel hilft Ihnen gern weiter.

- **Diese Anleitung unbedingt vor dem Zusammenbau vollständig lesen. Erst mit dem Bau beginnen, wenn die einzelnen Baustufen und deren Reihenfolge klar verstanden worden sind!**
- **Änderungen des Aufbaus bei Verwendung anderer als in der Anleitung empfohlener Teile dürfen nicht vorgenommen werden, es sei denn, Sie haben sich von Qualität, Funktionstüchtigkeit und Eignung dieser anderen Zubehörteile überzeugt.**
- **Da Hersteller und Verkäufer keinen Einfluss auf einen sachgerechten Aufbau und ordnungsgemässen Betrieb des Modells haben, wird ausdrücklich auf diese Gefahren hingewiesen und jegliche Haftung abgelehnt.**

Haftungsausschluss / Schadenersatz

Weder die Einhaltung der Montage- und Betriebsanleitung in Zusammenhang mit dem Modell, noch die Bedienung und Methoden bei Installation, Betrieb, Verwendung und Wartung der Fernsteuerungsanlagen können von der Firma Graupner überwacht werden. Daher übernimmt die Fa. Graupner keinerlei Haftung für Verluste, Schäden oder Kosten, die sich aus der fehlerhaften Verwendung und dem Betrieb ergeben oder in irgendeiner Weise damit zusammenhängen.
Soweit vom Gesetzgeber nicht zwingend anders vorgeschrieben, ist die Verpflichtung der Fa. Graupner zur Leistung von Schadenersatz, gleich aus welchem Rechtsgrund, begrenzt auf den Rechnungswert der an dem schadenstiftenden Ereignis unmittelbar beteiligten Warenmenge der Fa. Graupner. Dies gilt nicht, soweit die Fa. Graupner nach zwingenden gesetzlichen Vorschriften wegen Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit unbeschränkt haftet.

Inhaltsübersicht

- Vorwort S.2
- Warnhinweise S.3
- Zubehör, zusätzlich benötigte Artikel S.6
- 1. Montage der Hauptmechanik S.7
- 2. Einbau der Fernlenkanlage S.21
- 3. Zusammenbau des Hauptrotorkopfes S.24
- 4. Zusammenbau des Heckrotorgetriebes S.29
- 5. Montage der Steuerbrücke S.31
- 6. Montage des Heckrotorkopfes S.32
- 7. Heckausleger S.33
- 8. Kufenlandegestell montieren S.36
- 9. Schalldämpfermontage S.36
- 10. Heckrotorsteuerung S.36
- 11. Kabine S.37
- 12. Hauptrotorblätter S.38
- 13. Einstellarbeiten S.39
- 14. Endkontrolle vor dem Erstflug S.43
- 15. Einstellungen beim Erstflug, Spurlauf-Einstellung S.44
- Motor - Einstellhinweise S.45
- 16. Allgemeine Vorsichtsmassnahmen S.46
- 17. Einige Grundbegriffe des Hubschrauberfliegens S.47

Hinweise zu dieser Anleitung

Damit das Helikoptermodell später einwandfrei und sicher geflogen werden kann, wurde diese Anleitung mit hohem Aufwand erstellt. Es wird nicht nur vom Anfänger, sondern in gleichem Masse vom Experten unbedingt erwartet, die Fertigstellung Schritt für Schritt exakt so vorzunehmen, wie es nachfolgend beschrieben wird.

- Die Fertigstellung der Mechanik erfolgt anhand von Abbildungen, die mit erklärenden Texten versehen sind.
- Es liegt allein in der Verantwortung des Modellfliegers, für festen Sitz aller Schrauben und sonstigen Verbindungen zu sorgen sowie die erforderlichen Einstell- und Justagearbeiten gewissenhaft auszuführen; dies gilt auch für vormontiert gelieferte Baugruppen, die diesbezüglich überprüft werden müssen.
- Die mit diesem Symbol markierten Verbindungen sind mit Schraubensicherungslack, z.B. Best.-Nr. 952, bzw. Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, zu versehen; zuvor müssen die betreffenden Stellen entfettet werden.
- Alle Lagerungen, gleichermassen Gleit- wie Kugel- oder Nadellager, sind sorgfältig zu schmieren. Gleiches gilt für alle Kugelgelenke und Zahnräder, auch wenn darauf in der Anleitung nicht noch einmal hingewiesen wird.
- Stückliste, Ersatzteile und zugehörige Explosionszeichnungen sind am Ende der Anleitung zu finden.

Zubehör

Empfohlene Motoren und Zubehör für Starlet 50

Motor	Hubraum ccm	Best.-Nr.	Expansions- Schall-dämpfer	Auspuff-krümmer	(Resonanz)-Schalldämpfer
OS MAX 46 FX-HG	7,45	1893	1809.33 1871.72	2259	1783A oder 2272
OS MAX 50 SX-HG	8,17	1921	1809.33 1871.72	2259	1783A oder 2272

Glühkerzenbatterie, z.B.

Varta RSH 4	Best.-Nr. 1353	
Varta RSH 7	Best.-Nr. 1352	
Startakku 2 V	Best.-Nr. 3694	(nur mit Schutzwiderstand, Best.-Nr.
Startakku 2 V	Best.-Nr. 771	1685 oder 1694 verwenden.)

Treibstoffe

TITAN S 12	Best.-Nr. 2612
AeroSynth COMPETITION SX-10	Best.-Nr. 2811

Starter

Elektrostarter, Best.-Nr. 1628 oder 1626.
Startbatterie 12 V, z.B. Best.-Nr. 2592 oder 2593.

Geeignete Hauptrotorblätter

Best.-Nr. 1291.1	Holz, S-Schlag, 500mm lang	Rotor-Ø 1157mm (im Lieferumfang)
Best.-Nr. 1296	GfK, S-Schlag, 552mm lang	Rotor-Ø 1261mm
Best.-Nr. 1269	GfK, symmetr., 552mm lang	Rotor-Ø 1261mm
Best.-Nr. 1271	GfK, symmetr., 602mm lang	Rotor-Ø 1361mm

Fernlenkanlage siehe Graupner-Hauptkatalog

Es wird empfohlen eine mit speziellen Hubschrauberoptionen ausgestattete Fernlenkanlage oder eine Microcomputer-Fernlenkanlage wie z. B. mc-12, mc-14, mc-15, mc-19, mc-22 oder mc-24 zu verwenden.

Zur Mindestausrüstung muss eine Fernlenkanlage mit einem 3-Punkt-Taumelscheibenmischer und fünf ansteuerbaren Servos für die Funktionen Nick, Roll, Pitch, Heck und Gas zur Verfügung stehen.

An **Servos** sollten nur Leistungstypen wie z. B. C 4041, Best.-Nr 3916, oder mindestens gleichwertig zur Anwendung kommen.

Gyrosystem:

Gyro-System PIEZO 5000, Best.-Nr. 5146 mit Super-Servo DS-8700G, Best.-Nr. 5156 oder Gyro-System PIEZO 550, Best.-Nr. 5147 oder Gyro-System G490T, Best.-Nr. 5137

Elektronischer Drehzahlregler:

mc-HELI-CONTROL, Best.-Nr. 3286

Empfängerstromversorgung:

Aus Sicherheitsgründen sollen nur solche Typen mit mindestens 1800 mA Kapazität Verwendung finden, sowie ein Schalterkabel mit für die auftretenden Ströme ausreichenden Kabelquerschnitten.
Empfohlen wird das Power-Stromversorgungskabel mit Ladebuchse, Best.-Nr. 3050 in Verbindung mit dem Empfängerakku 4RC-3000 MH, Best.-Nr. 2568.

Keinesfalls darf ein Empfängerakku mit mehr als 4 Zellen verwendet werden.

Eine ständige Kontrolle der Akkuspannung wird durch die Verwendung des NC-Akku-Controllers, Best.-Nr 3138, ermöglicht.

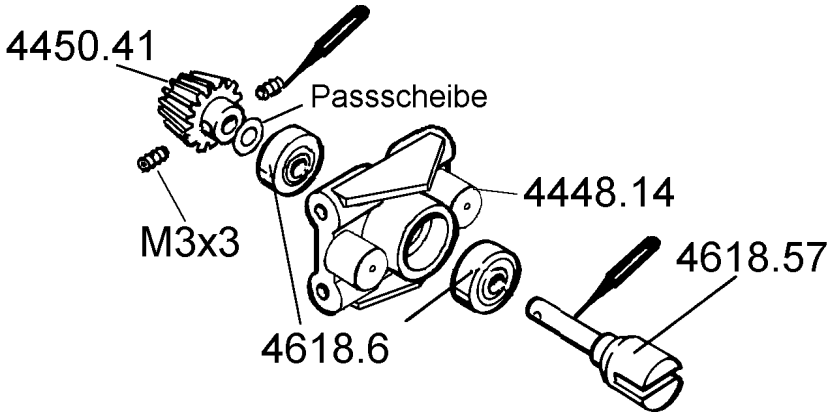
1. Montage der Hauptmechanik

Die Mechanik des STARLET 50 besteht zum grossen Teil aus glasfaserverstärktem Polyamid, einem Material, das gegenüber beispielsweise Aluminium im Einsatzbereich Modellhubschrauber erhebliche Vorteile bietet, wie hohe Masskonstanz bei geringem Gewicht, Ermüdungsfreiheit, geräuscharmer Lauf und Absorbtionsfähigkeit von Vibrationen des Antriebs. Aufgrund der konstruktiven Auslegung besitzen derartige Mechaniken die erforderliche Robustheit und Steifigkeit; bei "harten Landungen" ist es von Vorteil, dass die Teile entweder unbeschädigt (und damit uneingeschränkt einsatzfähig) bleiben oder aber brechen und damit definitiv ausgewechselt werden müssen. Ein Verbiegen oder Verziehen des Chassis, das vielleicht nicht einmal bemerkt wird, dennoch aber Lebensdauer der anderen Komponenten, Funktionsfähigkeit oder gar die Sicherheit des gesamten Systems beeinträchtigt, ist, im Gegensatz zu Metallmechaniken, bei diesem Aufbau nicht möglich.
Den vielen Vorteilen der Bauart aus Polyamid stehen als Nachteile lediglich gegenüber der höhere (und kostenintensivere) Aufwand bei der Fertigung sowie die Erfordernis einer sorgfältigeren, gewissenhafteren Montage und Justage der Komponenten, wobei gelegentlich auch leichtes Nacharbeiten der Teile erforderlich sein kann. Belohnt wird die hier aufgewendete Sorgfalt durch eine hohe Lebensdauer des Modells und geringen Verschleiss.

Wellen, Lager, Passungen

Nahezu alle rotierenden Teile der Mechanik sind kugelgelagert. Bei Kugellagerungen ist es sehr wichtig, dass die Welle im Lagerinnenring so fest sitzt, dass sie sich nicht innerhalb des Ringes drehen kann, was dazu führen würde, dass sich der Innenring erhitzt (er läuft dabei blau oder gelb an) und das Lager beschädigt und unbrauchbar wird. Im Extremfall kann das Lager dabei so heiss werden, dass auch die Polyamid-Lageraufnahme schmilzt und die Welle ihre Lage zu anderen Komponenten verändert. Das ist dann natürlich nicht ein Fehler des Lagerträgermaterials, sondern eben die Folge einer falschen Lagerpassung.
Eine weitere möglich Folge einer zu weiten Lagerpassung mit dem damit verbundenen Durchrutschen der Welle im Innenring ist eine Verringerung des Wellendurchmessers im Bereich des Lagers (das Lager "läuft ein"), wodurch auf der Welle montierte Zahnräder ihren korrekten Eingriff verlieren, also nicht mehr richtig aufeinander abrollen, was zu erhöhtem Verschleiss bis zum Ausfall führt.
Die Passungen zwischen Wellen und Kugellagern sind beim Graupner/Heim-System eher eng gehalten, um die oben beschriebenen Probleme zu vermeiden. Das kann, bei ungünstigem Zusammentreffen der Toleranzbereiche von Lager und Welle, gelegentlich zu einer zu engen Passung führen, d.h., das Lager lässt sich nicht auf die Welle aufschieben. In diesem Fall muss die Welle entsprechend mit feinem Schleifpapier (Körnung 600...1200) nachbearbeitet werden, bis das Lager mit mässigem Kraftaufwand aufgeschoben werden kann.
Bei leichtgängigen und zu weiten Passungen, was ebenfalls aufgrund der Toleranzbereiche beider Teile vorkommen kann, werden die Lager mit LOCTITE Lagerbefestigung 603 auf die Wellen aufgeklebt, was einen festen Sitz gewährleistet. Dabei ist zu beachten, dass sich diese flüssige Lagerbefestigung um so schneller verfestigt, je enger die Passung ist: Unter Umständen bleiben nur wenige Sekunden zum korrekten Platzieren des Lagers auf der Welle, bevor es unverrückbar befestigt ist.
Wird eine Welle in mehreren Lagern geführt, so muss verhindert werden, dass die Lager in axialer Richtung gegeneinander verspannt werden. Man erreicht das entweder durch ganz exaktes Justieren beider Lager auf der Welle oder durch eine Kombination von Fest- und Schiebesitz: Ein Lager wird unverrückbar auf der Welle befestigt durch Aufpressen oder Verkleben (Festsitz), das andere Lager erhält einen Schiebesitz, d.h. es kann mit mässigem Kraftaufwand axial auf der Welle verschoben werden, so dass sich die optimale Position nach Einbau von selbst ergibt.
Generell kann davon ausgegangen werden, dass die Gefahr des Einlaufens von Lagern um so grösser wird, je geringer der Wellendurchmesser und je höher die Drehzahl ist.
Die Gefahr des Verspannens der Lager gegeneinander wird um so grösser, je geringer der Unterschied zwischen Innen- und Aussendurchmesser der Lager ist.
All das muss in jedem Einzelfall berücksichtigt werden, um ein Höchstmass an Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit zu erreichen. In der nachfolgenden Bauanleitung ist daher jeweils angegeben, welche Verbindungen unter Zugabe von flüssiger Schraubensicherung bzw. Lagerbefestigung erfolgen sollen.

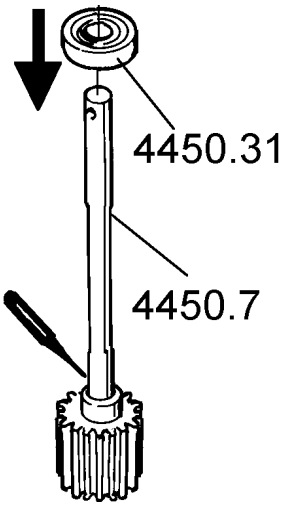
1.1 Zusammenbau des Heckrotorantriebs *(Beutel UM-1A)*

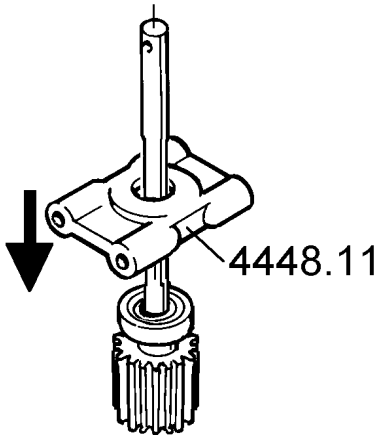


Die Welle der Schnellkupplung 4618.57 darf innerhalb der Lager 4618.6 keinerlei Axialspiel aufweisen. Wenn der Sitz der Welle in den Lagern nicht straff genug ist, Welle mit Lagerbefestigung 603, Best.-Nr. 951, in die Lager einkleben. Dabei zunächst das hintere Lager unter Zugabe von Lagerbefestigung 603 auf die Welle aufschieben, bis es an der Kupplungsgabel anliegt. Warten, bis der Kleber abgebunden hat, was je nach Passung zwischen 20 Sekunden und 30 Minuten dauern kann. Diese Einheit in den Lagerhalter 4448.14 ganz eindrücken (bis zum Anschlag), dann das vordere Lager unter Zugabe von Lagerbefestigung 603 in einem Zug auf die Welle aufschieben und in den Lagerhalter bis zum Anschlag eindrücken. Jetzt unverzüglich prüfen (vor dem Aushärten des Klebers), ob die Welle noch leichtgängig läuft, oder ob die Lager durch axiales Verspannen schwergängig geworden sind. In diesem Fall klopft man leicht (z.B. mit einem Schraubendrehergriff) axial auf das Ende der Welle oder (stärker) auf den Lagerträger, bis die Lager leicht laufen, dann Lagerbefestigungskleber aushärten lassen.
Vorn auf das Wellenende werden nun eine Passscheibe und das Ritzel 4450.41 aufgeschoben, gegen das vordere Lager gedrückt und in dieser Position mit den beiden Stiftschrauben befestigt. Dazu zunächst in die Gewindebohrungen flüssige Schraubensicherung (Best.-Nr. 952) geben und die erste Stiftschraube so eindrehen, dass sie auf der in die Welle eingeschliffenen Fläche greift; dabei das Ritzel auf der Welle leicht hin und her drehen, damit die Stiftschraube optimal sitzt, dann mässig festziehen. Jetzt die gegenüberliegende Stiftschraube eindrehen und sehr fest anziehen, dann die erste Stiftschraube endgültig nachziehen. Bei dieser Vorgehensweise wird sichergestellt, dass das Ritzel auf der Welle wirklich rund läuft.

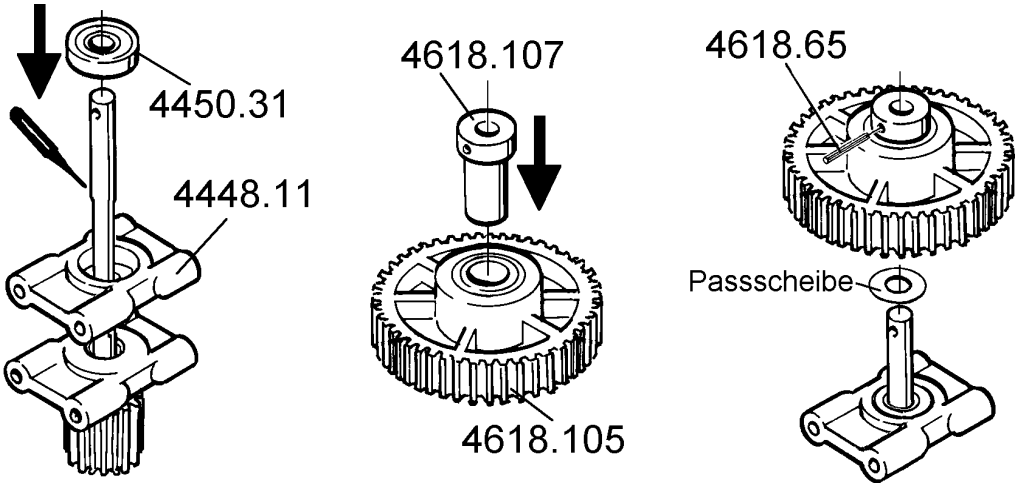
1.2 Montage des Vorgeleges *(Beutel UM-1B)*

Unteres Lager 4450.31 der Vorgelegewelle 4450.7 mit Lagerbefestigung 603, Best.-Nr. 951, so auf die Welle aufkleben, dass es am Ritzel anliegt, dann Kleber aushärten lassen. Welle mit dem Lager in den unteren Lagerträger 4448.11 eindrücken.

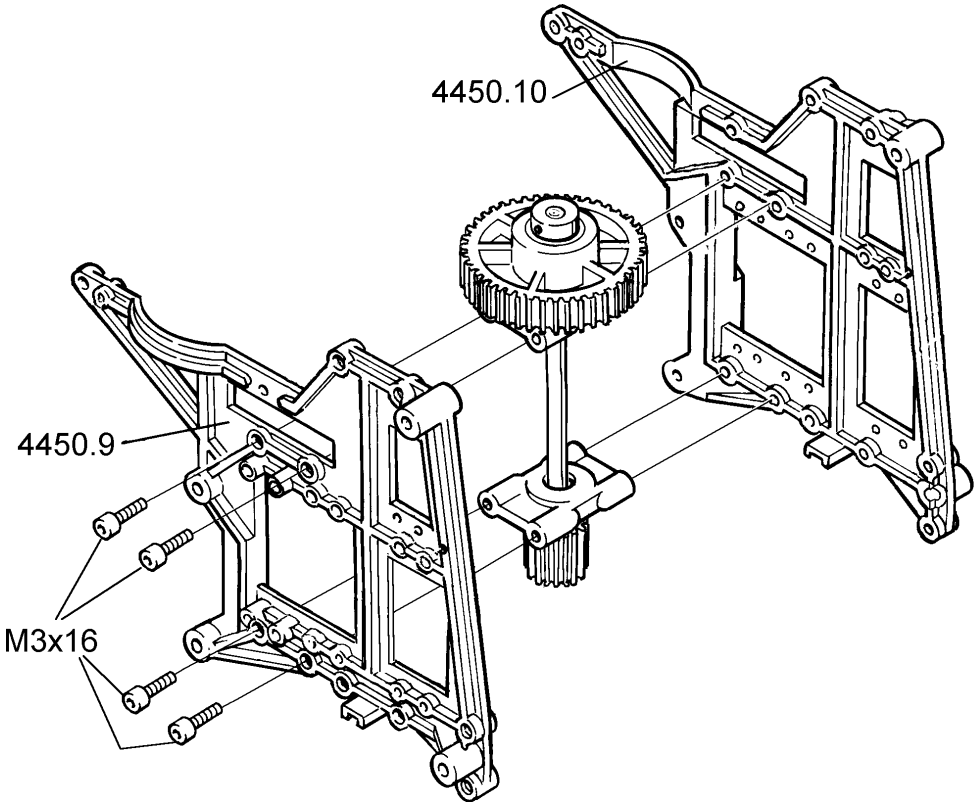




Oberen Lagerträger zunächst lose auf die Welle auffädeln (Einbaurichtung beachten, die Öffnung dieses Lagerträgers weist nach *oben*), dann das obere Lager 4450.31 aufschieben, gefolgt von der einer Passscheibe und dem Zahnrad 4618.105 mit eingesteckter Freilaufbauchse 4618.107. Die Querbohrungen von Welle und Freilaufbuchse zur Deckung bringen und Rollstift 4618.65 vorsichtig eindrücken, jedoch nur so weit, dass er in die Welle hineinreicht und ggf. wieder herausgezogen werden kann.



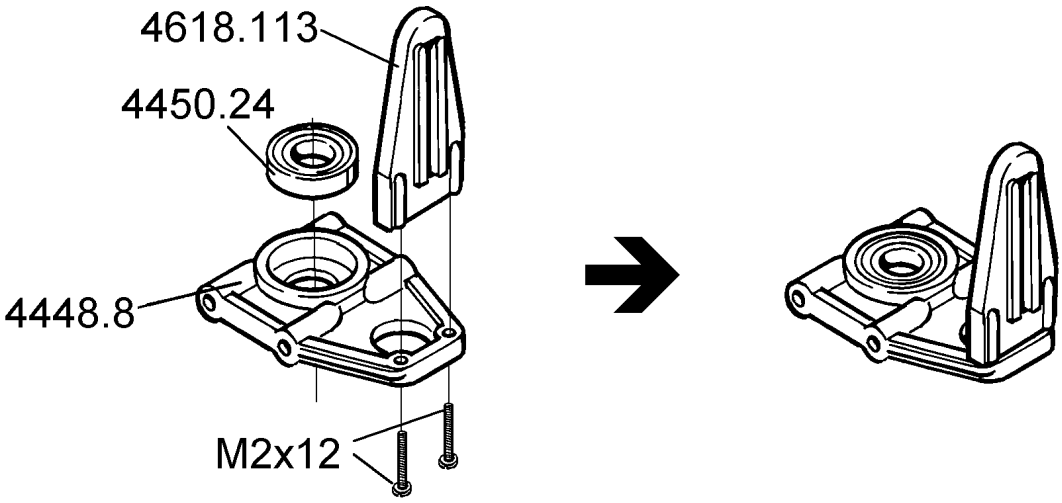
Oberes Lager 4450.31 jetzt in den Lagerträger 4448.11 eindrücken und diese Einheit nach oben gegen die Passscheibe unter der Freilaufhülse schieben. Das auf diese Weise zusammengesetzte Vorgelege provisorisch zwischen die Mechanik-Seitenteile 4450.9 und 4450.10 montieren um zu überprüfen, ob in eingebautem Zustand das obere Lager über die Passscheibe an der Freilaufhülse anliegt oder ob ein Abstand entsteht, der mit weiteren Passscheiben ausgeglichen werden muss. Lager nicht durch zu viele Passscheiben verspannen!

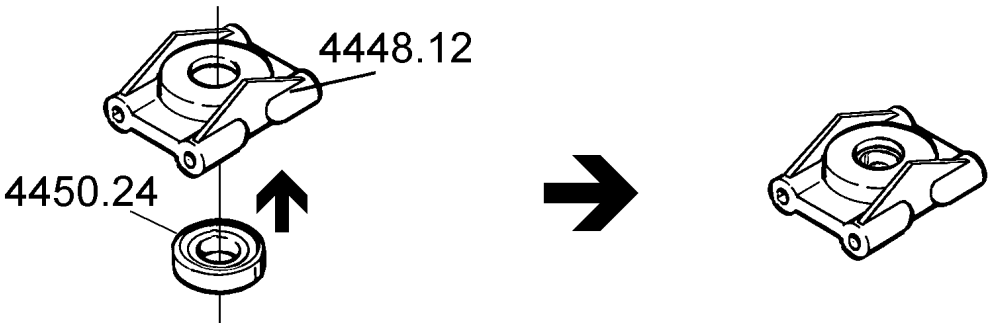


Wenn der Abstand korrekt eingestellt ist, wird auch hier die Welle mit Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, in das Lager eingeklebt; zuvor den Rollstift endgültig und vollständig in die Freilaufhülse eindrücken. Bis zum Aushärten des Lagerbefestigungsklebers muss die Einheit zwischen den Mechanikseitenteilen festgeschraubt bleiben, wobei die Leichtgängigkeit in den Lagern überprüft und ggf. durch leichtes Klopfen auf die Enden der Welle hergestellt werden kann.

1.3 Vorbereiten der Hauptrotorwelle mit Lagerung *(Beutel UM-1C)*

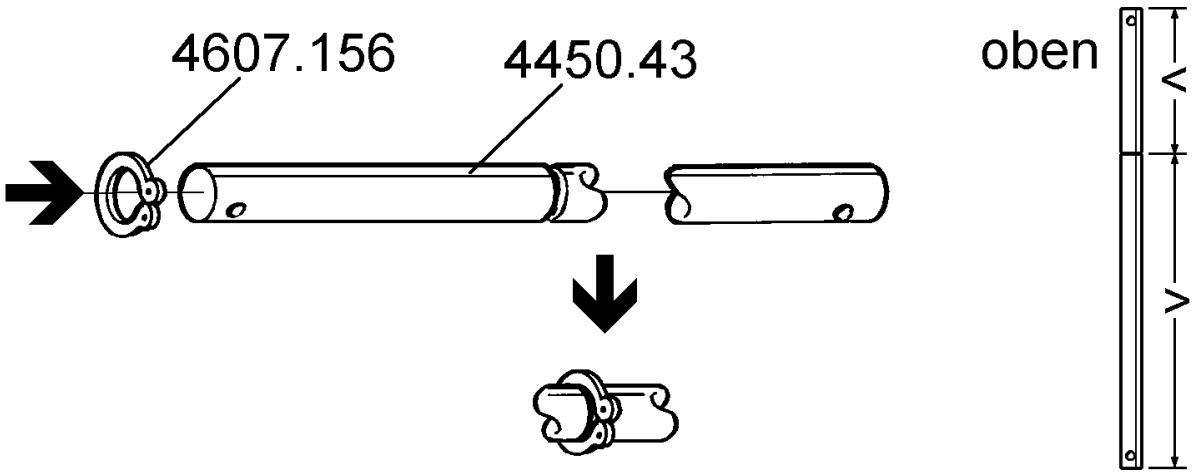
Taumelscheibenführung 4618.113 mit 2 Stck. Zylinderkopfschrauben M2x12 an den Domlagerhalter 4448.8 montieren. Je ein Kugellager 4450.24 in den Domlagerhalter und den Hauptrotorwellenlagerhalter 4448.12 eindrücken (Lager fetten).





Den Sicherungsring 4607.156 von oben auf die Hauptrotorwelle 4450.43 aufsschieben und in die Nut einrasten lassen; dabei beachten:

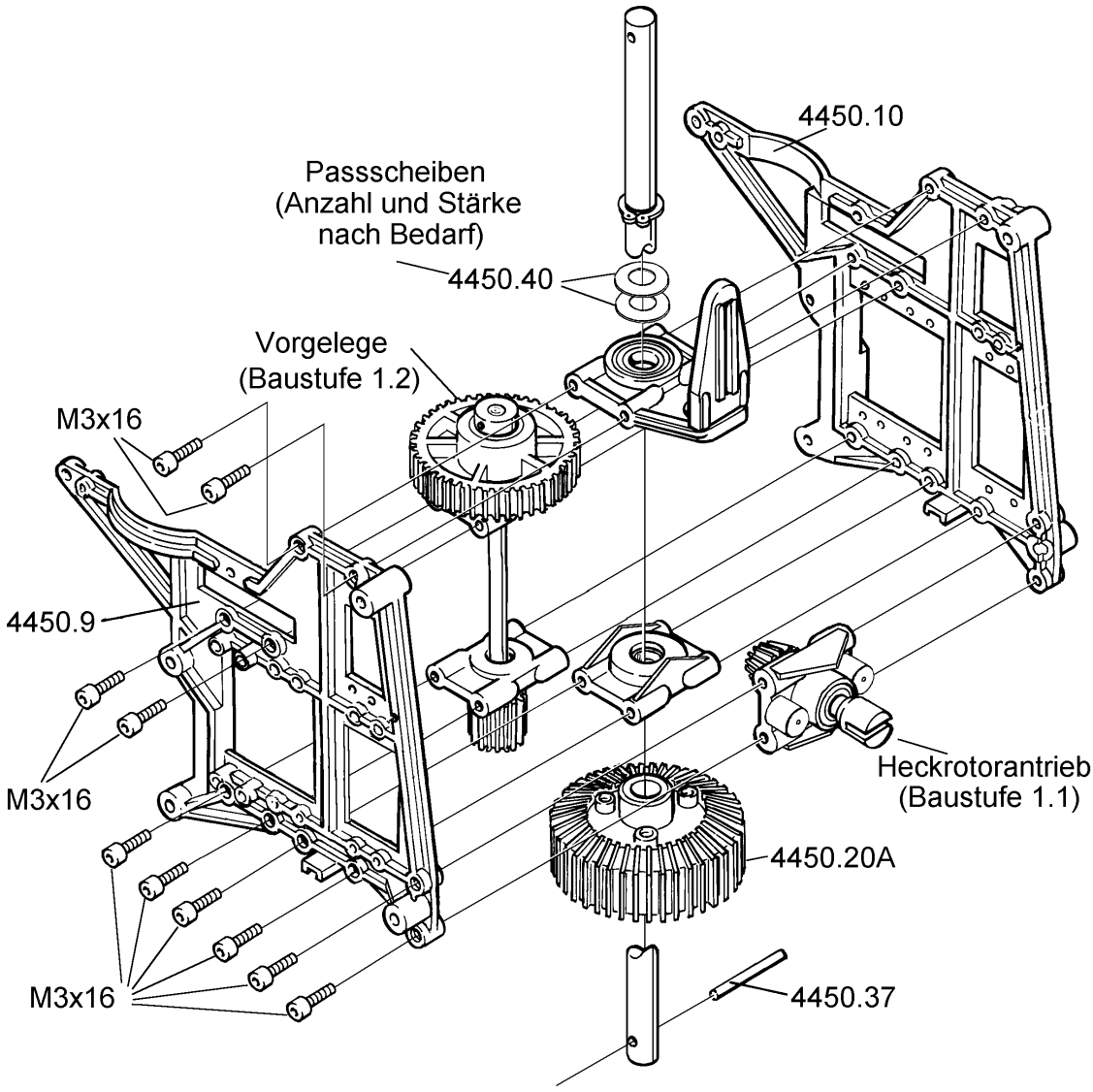
- Der Sicherungsring darf nicht überdehnt werden, also keinesfalls weiter öffnen, als unbedingt zum Verschieben auf der Hauptrotorwelle erforderlich ist (möglichst Spezialzange verwenden).
- Der innere Rand des Sicherungsringes besitzt eine abgerundete und eine scharfkantige Seite; die scharfkantige Seite muss nach oben weisen.
- Der Sicherungsring muss auf der Welle fest sitzen und darf sich nicht mit der Hand drehen lassen.



1.4 Zusammenbau des Hauptgetriebes

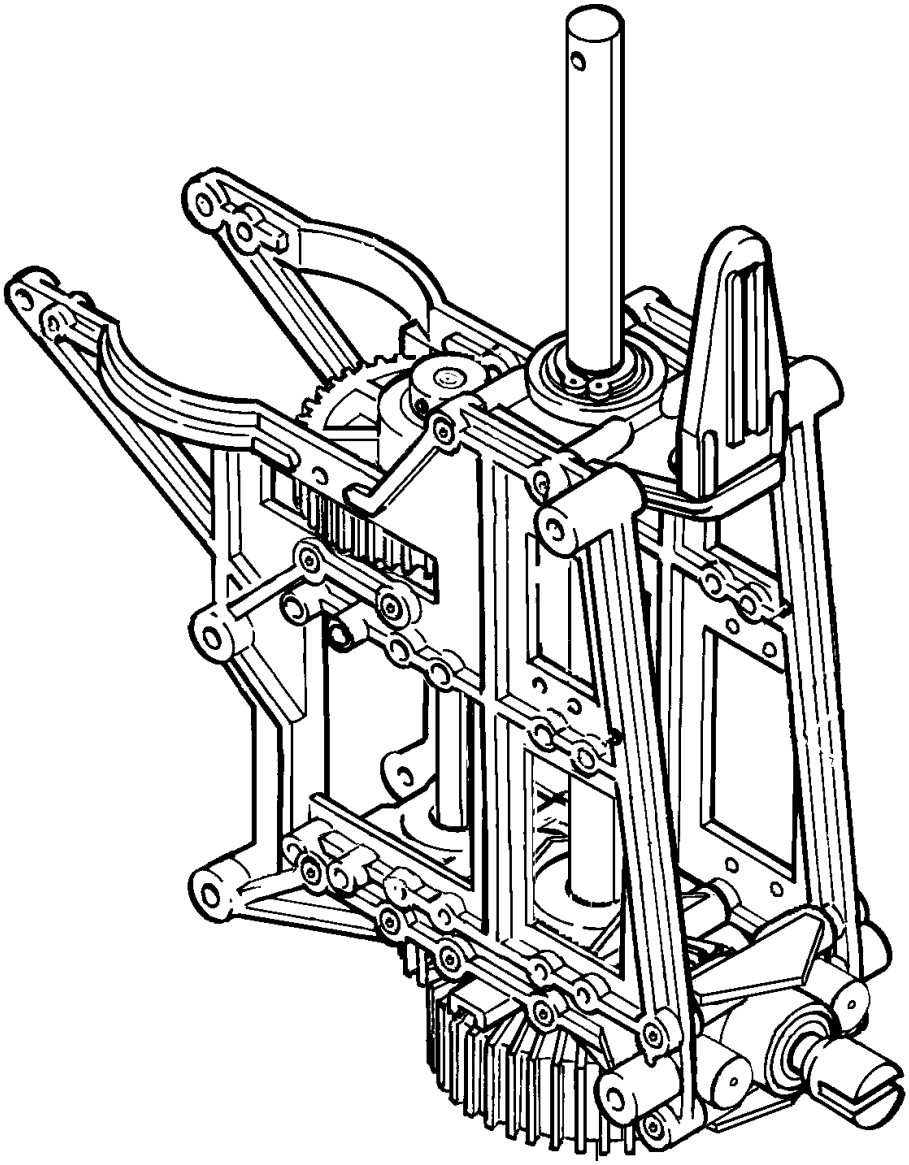
Heckrotorantrieb, Vorgelege sowie Hauptrotorwellenlagerhalter mit Inbusschrauben M3x16 zwischen die Mechanikseitenteile 4450.9 und 4450.10 montieren. Schrauben noch nicht ganz festziehen. Von unten auf die Hauptrotorwelle eine Passscheibe 4450.40 und den Domlagerhalter aufstecken. Hauptrotorwelle von oben durch das untere Rotorwellenlager und das Tellerzahnrad 4450.20A so weit durchschieben, dass den Zylinderstift 4450.37 durch die untere Bohrung der Hauptrotorwelle gesteckt werden kann. Hauptrotorwelle dann ganz nach oben ziehen, wobei der Zylinderstift in die entsprechende Vertiefung im Tellerzahnrad einrasten muss. Den Domlagerhalter nun ebenfalls mit Inbusschrauben M3x16 zwischen den Mechanik-Seitenteilen festschrauben und prüfen, dass die Hauptrotorwelle keinerlei Axialspiel in den Lagern aufweist; ggf. dieses Spiel durch Unterlegen weiterer Passscheiben **unter den Sicherungsring** beseitigen. Dabei jedoch nicht die Lager verspannen, indem zu viele und/oder zu dicke Scheiben unterlegt werden.

Zum Hinzufügen oder Entfernen der Passscheiben stets das Domlager lösen und die Hauptrotorwelle in umgekehrter Reihenfolge wie beim Einbau ausbauen! Keinesfalls dazu den Sicherungsring demontieren!



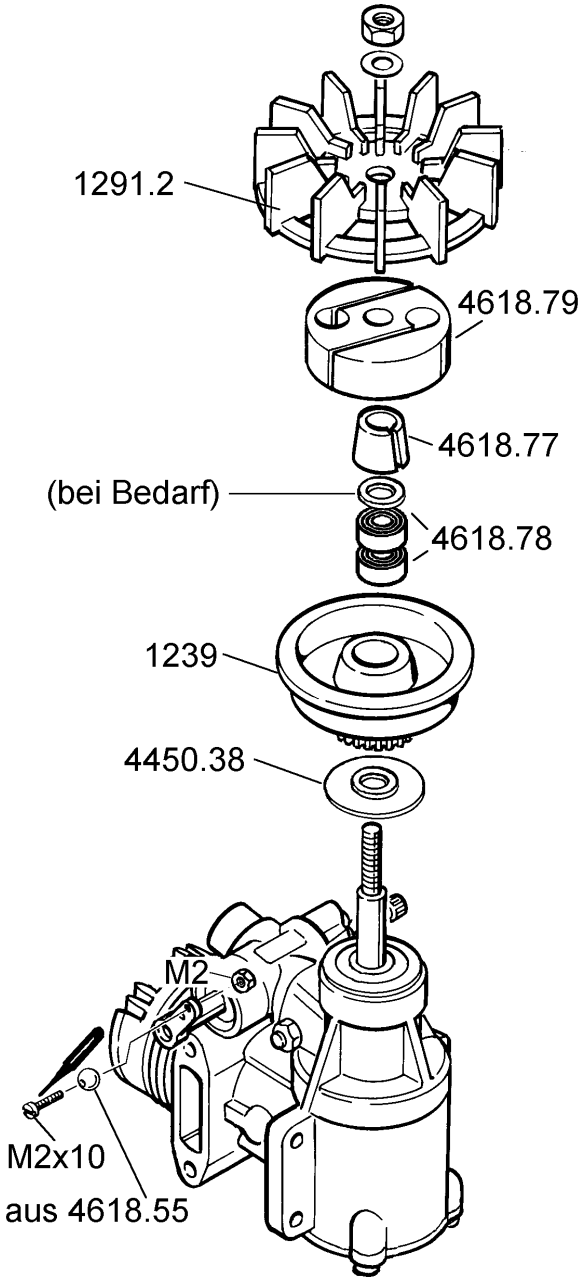
Zum Einstellen des Getriebes ist es erforderlich, dass das Zahnflankenspiel dieser Getriebestufe zunächst geringfügig zu eng ist, die Zahnräder also "hart" auf einander abrollen. Wenn das nicht der Fall ist, also schon ein deutliches Zahnflankenspiel vorhanden ist, nachdem die Mechanik zusammengeschraubt wurde, muss zunächst das untere Hauptrotorwellenlager 4448.12 um 180° horizontal gedreht eingebaut werden. Sollte das immer noch nicht ausreichen,

so ist auch der untere Lagerbock der Vorgelegewelle um 180° horizontal zu drehen. Mit diesen Massnahmen kann ein produktionsbedingter, nie völlig vermeidbarer geringer Versatz der Messinginserts in den Lagerträgern ausgeglichen werden. Das Zahnflankenspiel zwischen dem Stirnrad und dem Ritzel des Vorgeleges wird nun eingestellt, indem die Inbusschrauben M3x16 in den Lagerböcken etwas gelöst und wieder festgezogen werden, nachdem man einen Streifen dickes Schreibpapier zwischen die Zahnräder geklemmt hat. Das Getriebe muss jetzt leichtgängig laufen, ohne an irgendeiner Stelle zu klemmen oder zu haken; andernfalls muss nachjustiert werden.

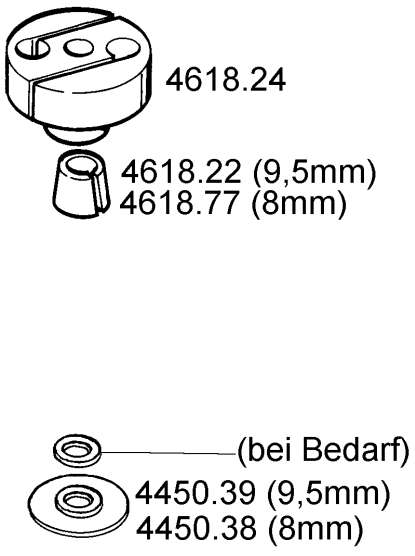


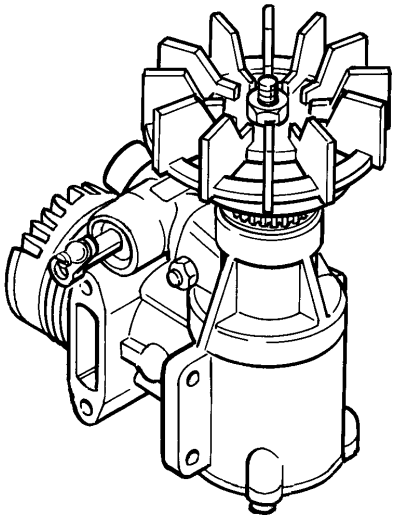
1.5 Motoreinbau *(Beutel UM-2)*

Für diese Mechanik vorgesehen ist ein Motor mit langgeschliffener Graupner / Heim-Kurbelwelle (8mmØ). Andere Motoren können jedoch nach eigenem Ermessen eingebaut werden unter Verwendung der separat lieferbaren, gleitgelagerten Kupplung.
Nach Entfernen der Unterlegscheiben und der Mutter von der Kurbelwelle, in der Reihenfolge Stufenscheibe 4450.38, zwei Kugellager 4618.78, Konus 4618.77, Kupplungsglocke 1239, Kupplung 4618.79, Gebläserad 1291.2 und die mit dem Motor gelieferte Unterlegscheibe auf die Kurbelwelle schieben, Kurbelwellenmutter aufschrauben und gut festziehen.
Sollte dabei der Konus ganz in die Kupplung gedrückt werden, ohne dass ein ausreichender Druck auf die Kurbelwelle entsteht, so muss die Beilagscheibe 8/13x0,5 (aus 4450.58) unter den Konus gelegt werden, damit die Kupplung später im Betrieb nicht auf der Kurbelwelle durchrutscht. Eine Gelenkkugel mit Schraube M2x10 und Mutter in der äussersten Bohrung des Vergaserhebels montieren.



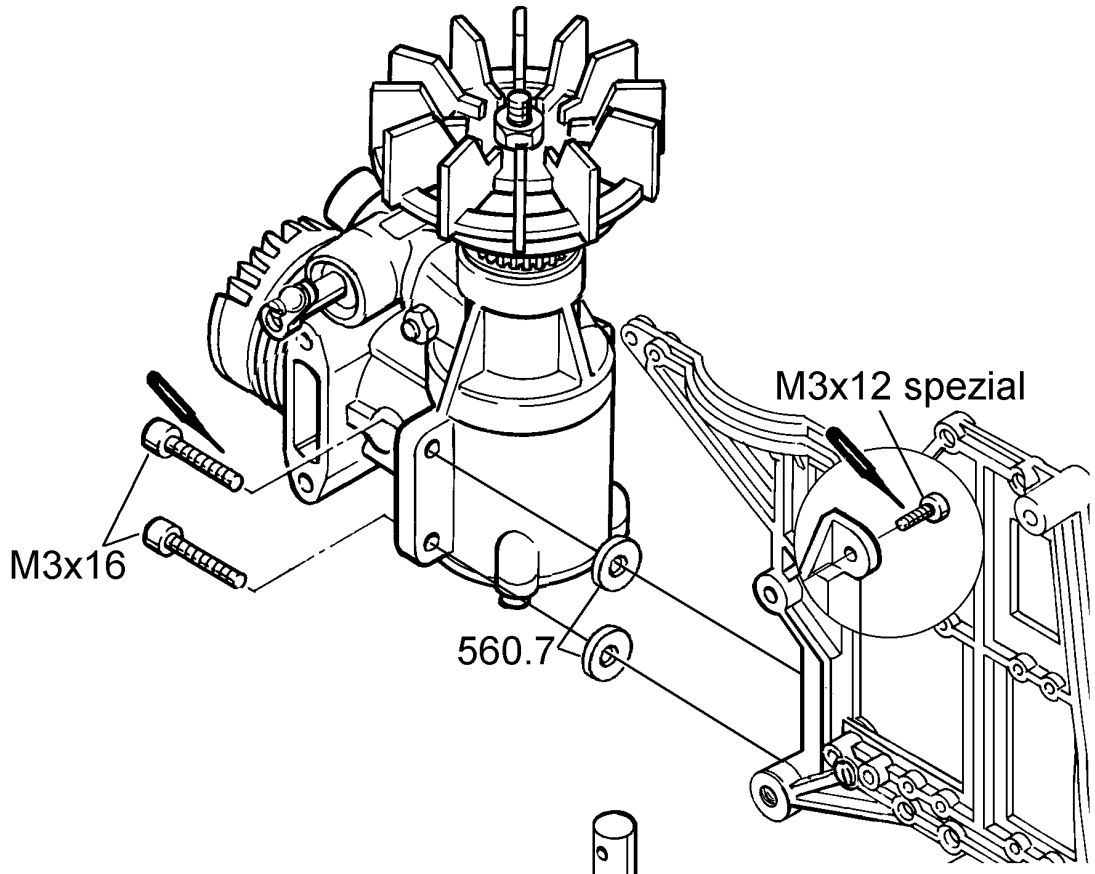
Gleitgelagerte Kupplung:

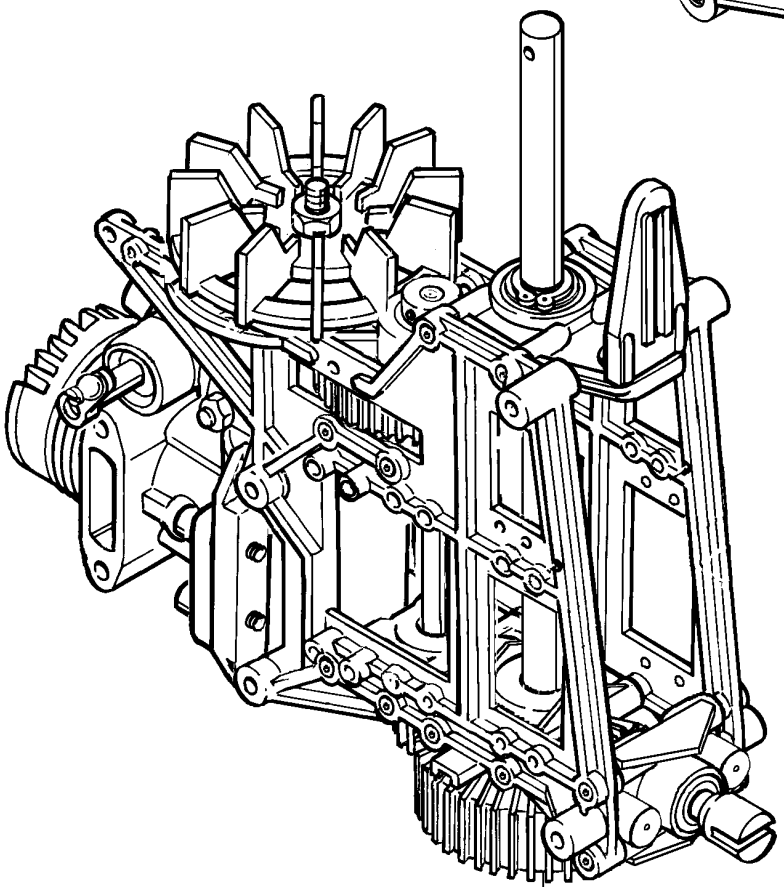




Hinweise:
Der Kraftschluss von Kurbelwelle und Kupplung erfolgt ausschliesslich über den Anpressdruck des Spannkonus auf die geschliffene Kurbelwelle und in den Gegenkonus der Kupplung. Es hat sich daher als vorteilhaft erwiesen, die Kupplung zunächst *ohne* Lüfterrad zu montieren und kräftig festzuziehen; dabei Kupplung mit einem geeigneten Werkzeug gegenhalten.
Beim Aufschieben der Kupplungsglocke auf die Kurbelwelle unbedingt darauf achten, dass diese keinesfalls in ihren Lagern nach hinten geschoben wird!
Eine korrekt festgezogene Kupplung lässt sich auch nach Entfernen der Kurbelwellenmutter nur noch mit einer Abziehvorrichtung (Best.-Nr. 1045) wieder lösen. Die Kurbelwellenmutter leistet im Betrieb keinen nennenswerten Beitrag zur Kraftübertragung, sondern dient hauptsächlich der Befestigung des Lüfterrades und ggf. des Sechskant-Anlasskonus (Optionsteil, Best.-Nr. 4448.103).

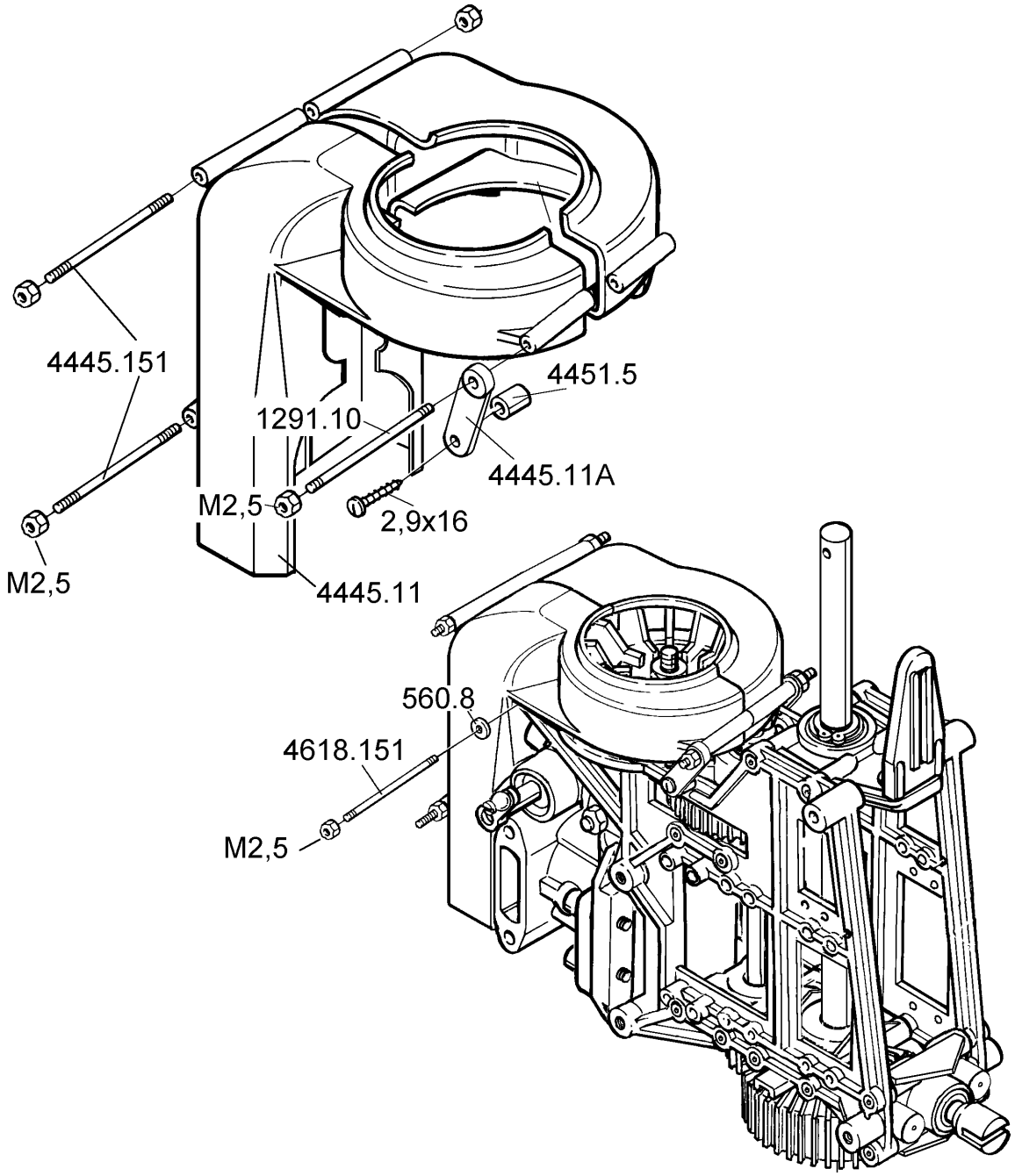
An die Mechanik oben die Motorträger 1291.18 mit 2 Spezialschrauben M3x12 von der Innenseite her anschrauben. Den Motor mit vier Inbusschrauben M3x16 auf die Motorträger schrauben, wobei jeweils eine Unterlegscheibe 560.7 *zwischen Motorflansch und Motorträger* (siehe Abbildung) eingefügt wird.





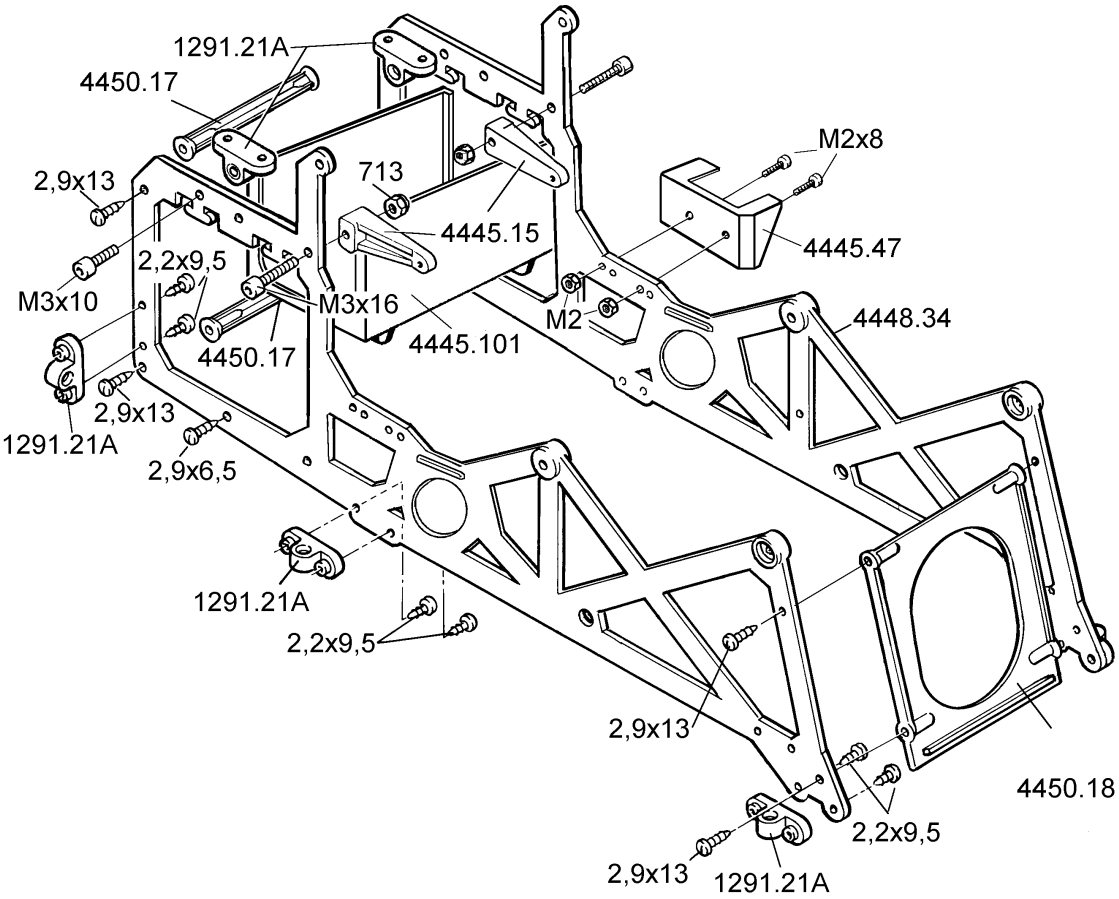
1.6 Gebläsegehäuse montieren *(Beutel UM-3)*

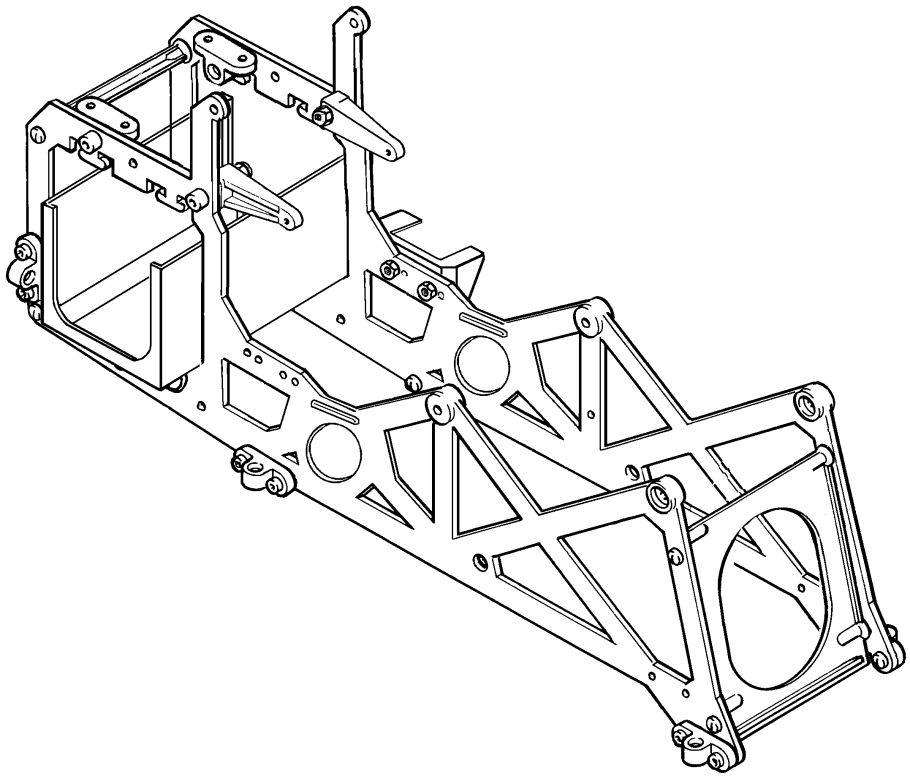
Die Vergaseröffnung im Gebläsegehäuse muss unter Umständen, je nach eingesetztem Vergaser, erweitert werden, ebenso die Aussparung für den Zylinder.
Das Gebläsegehäuse über den Motor schieben; mit einer Gewindestange 4618.151, U-Scheiben und Muttern vorn sowie mit 2 Blechschrauben 2,9x16 hinten mit der Mechanik verschrauben.



1.7 Zusammensetzen des Unterbaues *(Beutel UM-4)*

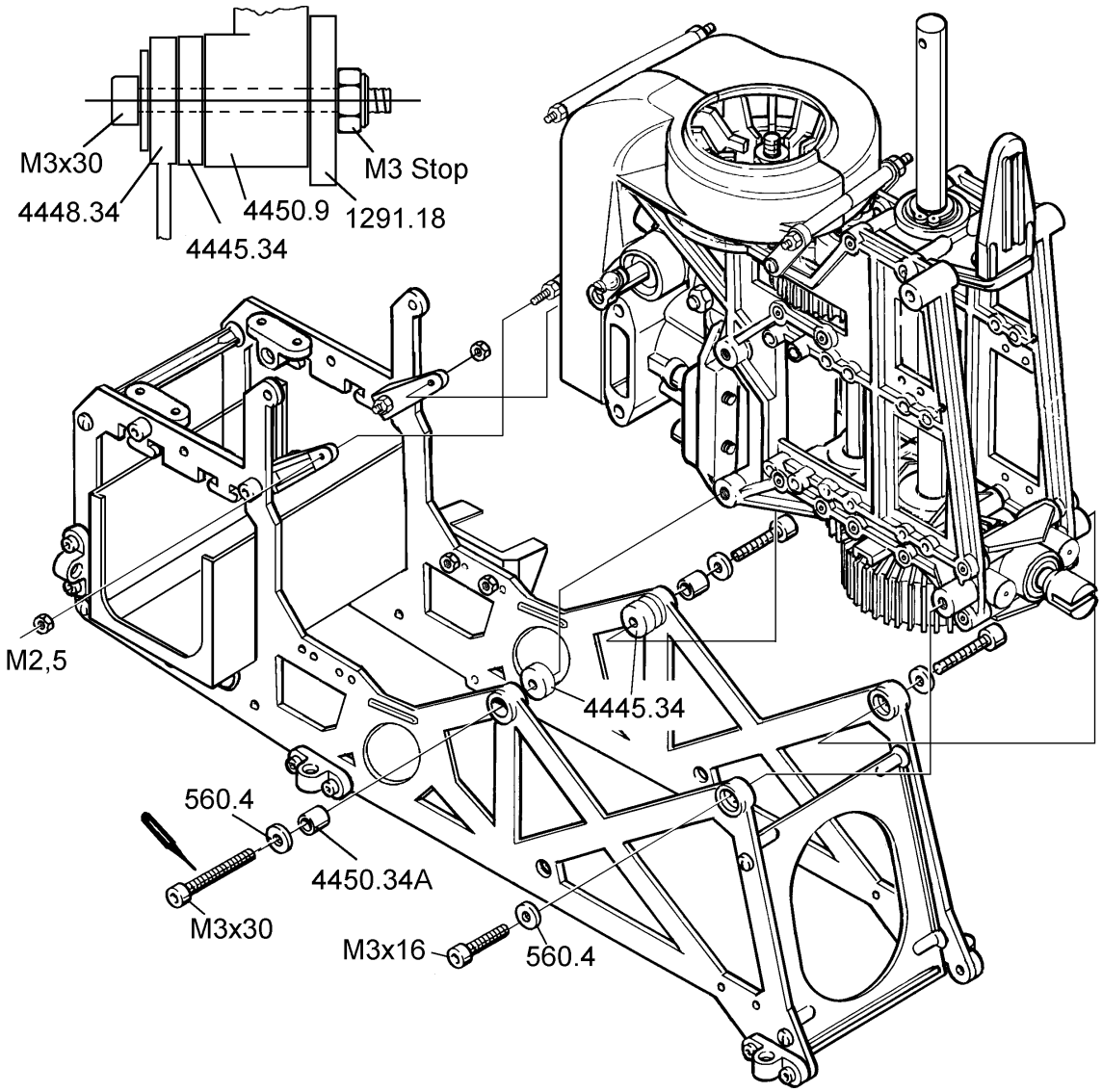
Unterbau aus den in der Abbildung gezeigten Einzelteilen Seitenteile 4448.34, Spant 4450.18, Distanzstücke 4450.17, RC-Box 4445.101 und Kufenböcke 1291.21A zusammensetzen unter Verwendung der jeweils angegebenen Schrauben.





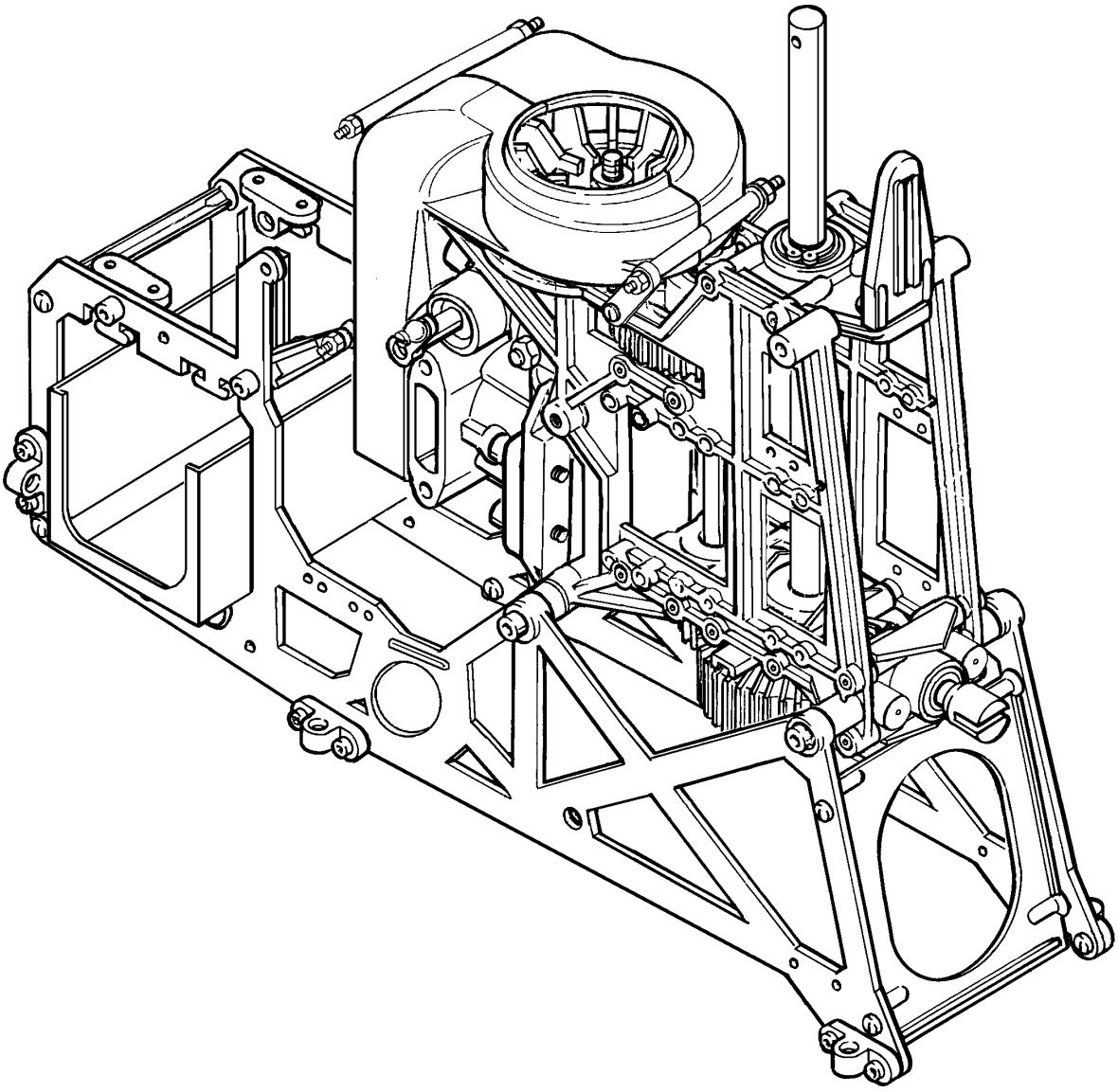
1.8 Montage der Mechanik auf dem Unterbau *(Beutel UM-5)*

Das Hauptgetriebe aus Bauabschnitt 1.6 hinten mit den runden Befestigungsansätzen zwischen den Unterbau-Seitenteilen einrasten lassen und mit Inbusschrauben M3x16 und U-Scheiben festschrauben.

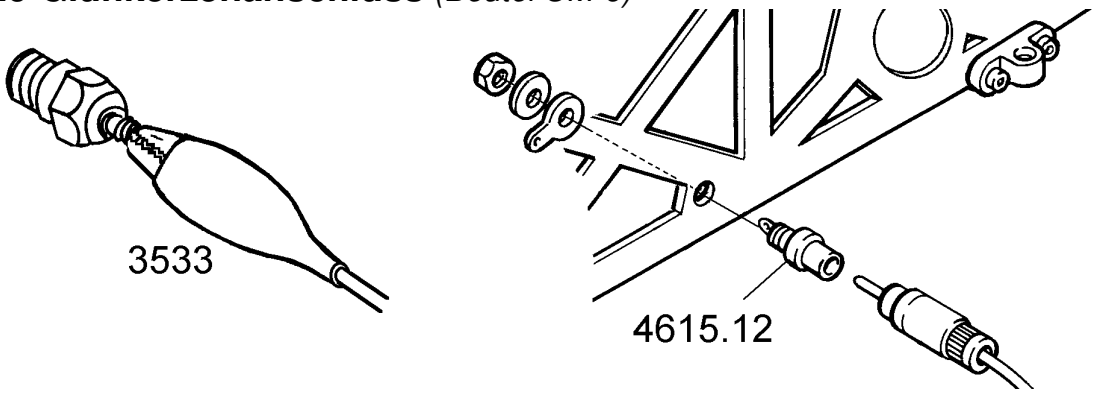


In der Mitte werden zwei Inbusschrauben M3x30 verwendet, auf die zunächst je eine U-Scheibe aufgefädelt wird, und welche dann durch die mit Messingbuchsen 4450.34A versehenen Unterbau-Seitenteile und die beiden Distanzscheiben 4445.34 in die Mechanikseitenteile eingedreht und festgezogen werden. Innen ragen diese Schrauben aus den unteren Motorträger-Befestigungsbohrungen heraus, so dass hier je eine Stop-Mutter M3 aufgedreht werden kann zur Befestigung der Motorträger.

Das Zahnflankenspiel der ersten Getriebestufe wird eingestellt, indem man die Schrauben M3x16, mit denen der obere Lagerträger der Vorgelegewelle in den Seitenteilen befestigt ist, ebenso wie die M3-Stopmuttern unten an den Motorträgern löst, jeweils einen Streifen dünnen Zeichenkarton zwischen Kupplungsritzel und Zahnrad klemmt und in diesem Zustand alle Schrauben wieder gut festzieht; die M3-Schrauben in den Motorträgern dabei mit reichlich Schraubensicherungslack versehen. Nach dem Entfernen der Papierstreifen zwischen den Zahnrädern muss das gesamte Getriebe jetzt leichtgängig laufen, das Kegelrad darf dabei kein merkliches Zahnflankenspiel im Tellerrad aufweisen.



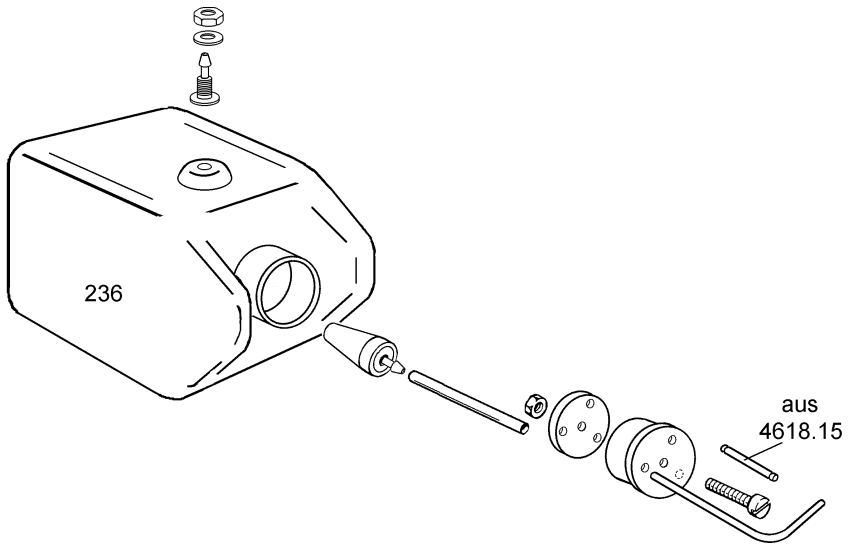
1.9 Glühkerzenanschluss *(Beutel UM-6)*



Die Buchse des Glühkerzenanschlusses in die Bohrung des rechten Seitenteils 4448.34 einstecken und in der Reihenfolge Lötfahne, "U"-Scheibe und Mutter aufschieben bzw. festdrehen. Mit der Zwillingslitze wird nun die Verbindung zum Motor hergestellt. Um einen schnellen Kerzenwechsel zu ermöglichen, wird an das Kabel vom Mittelkontakt der Anschlussbuchse die Krokodilklemme angelötet und auf die Kerze aufgeklemmt; das andere Kabel wird an einer Motorträgerverschraubung mittels einer "U"-Scheibe befestigt. Nach dem Verlegen der Kabel je eine Litze am Plus- bzw. Minuspol der Buchse anlöten.

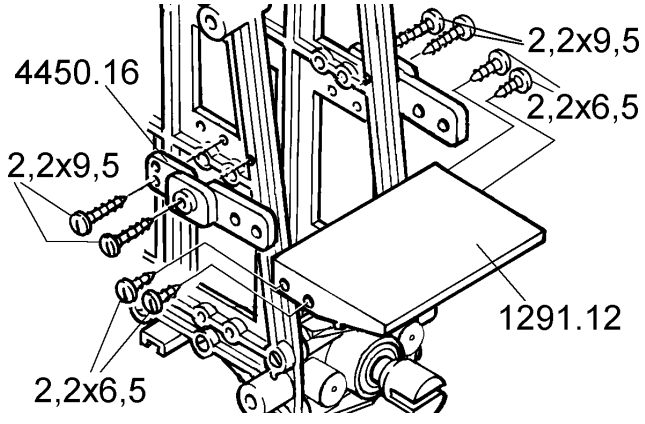
1.10 Kraftstofftank

Der Zusammenbau des Tanks ist aus der Abbildung ersichtlich. Zunächst wird der Druckanschlussnippel an der höchsten Stelle des Tank, in der kleinen Beule, montiert: Bohrung 5mmØ anbringen, Nippel von innen durchstecken und aussen mit U-Scheibe und Mutter befestigen. Das Gummiteil besitzt (ausser dem Durchgang für die Schraube) zwei durchgehende Bohrungen für Messingröhrchen, die dritte Bohrung ist "blind" ausgebildet (für evtl. andere Zwecke), lässt sich aber leicht durchstechen. Da hier nur eine einzige Durchführung (Zuleitung zum Vergaser / Füllen des Tanks) benötigt wird, verschliesst man die zweite Durchführung mit einem Messingbolzen (aus 4618.15). Das Röhrchen wird gemäss Abbildung gebogen. Es muss darauf geachtet werden, dass das Pendel voll beweglich ist und, wenn man den Tank von Hand dreht, stets nach unten fällt. Der Messingring wird auf den Hals des Tanks aufgeschoben, er gewährleistet, dass dieser bei Verformung der Gummidurchführung nicht platzen kann. Nach dem Zusammenbau des Tanks muss die zentrale Schraube gründlich angezogen werden. Der Gummi verformt sich dabei und dichtet alles ab.
Die Tankauflageflächen sind an den Seitenteilen, Best.-Nr. 4448.34 zu entgraten. Der Tank wird dann mit darüber gespannten Gummiringen befestigt; der Verschlussstopfen muss hinten liegen. Die Zuleitung zum Motor wird mit dem Kraftstoffschlauch und T-Kraftstoffilter hergestellt; dabei muss auf eine möglichst kurze Verbindung zum Vergaser geachtet werden.
Das Betanken und Entleeren wird über die Verbindung zwischen Pendel und Vergaser vorgenommen, was der T- Kraftstoffilter erleichtert: Im Betrieb wird der seitlich aus dem Filter führende Betankungsanschluss mit dem Stopfen verschlossen, zum Tanken/Entleeren wird zunächst die Kraftstoffzufuhr zum Vergaser mit der Schlauchklemme verschlossen, dann kann der Tank durch den Betankungsanschluss gefüllt oder entleert werden.



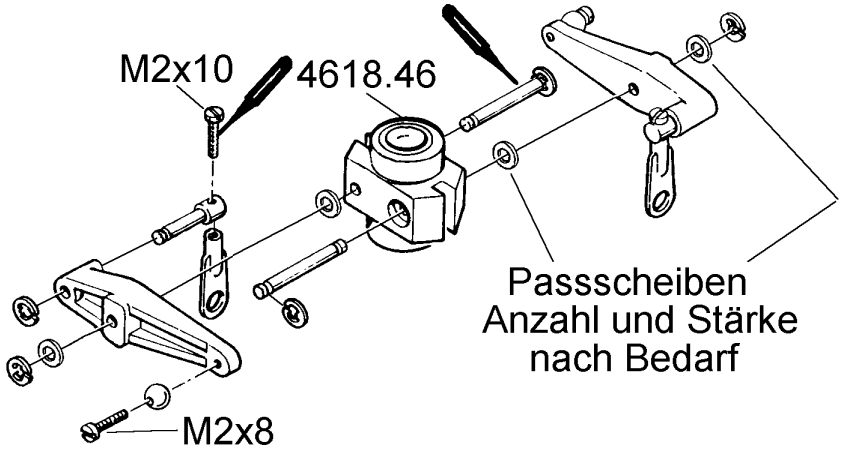
1.11 Montage des Gyrobodens *(Beutel UM-7)*

Gyrobodenhalter 4450.16 mit Blechschrauben 2,2x9,5 an die Seitenteile montieren. Der Gyroboden 1291.12 wird später, nach dem Servoeinbau, auf die Träger aufgesteckt und mit 4 Blechschrauben 2,2x6,5 festgeschraubt.



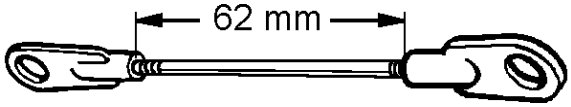
1.12 Pitchkompensator und Taumelscheibe *(Beutel UM-8)*

Der Pitchkompensator 4618.47A wird entsprechend der Abbildung zusammengesetzt.

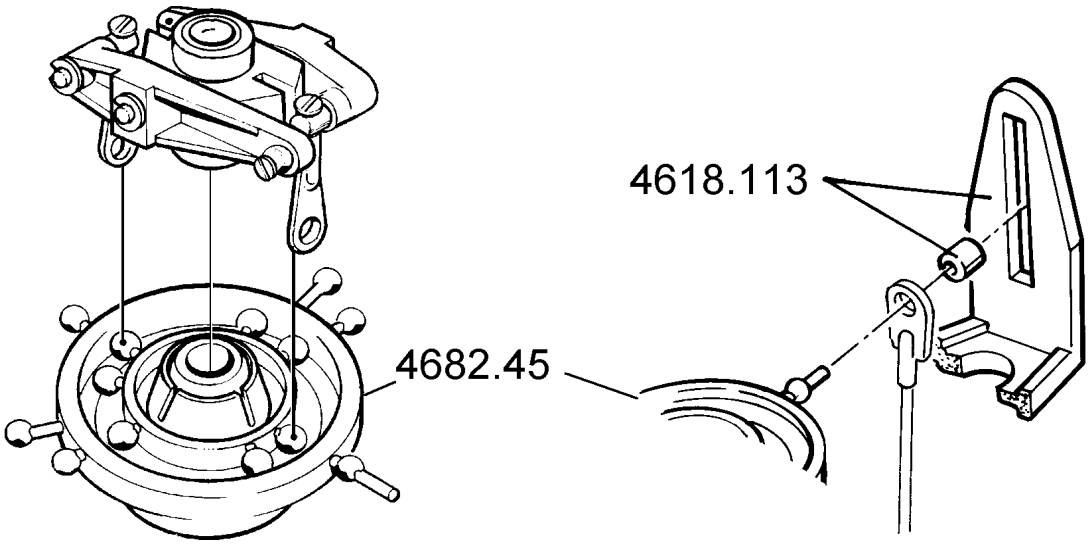


Dazu werden zunächst die mit einem Sicherungsring versehenen Messingbolzen mit Lagerbefestigungskleber in die Bohrungen des Pitchkompensator-Mittelstücks 4618.46 eingeklebt, so dass die Enden mit den Sicherungsringen in den Ansenkungen liegen. Die Pitchkompensatorarme werden entgratet und auf die herausstehenden Bolzenenden gesteckt, wobei jeweils mindestens eine Passscheibe zwischen Mittelstück und Arm angeordnet wird; die Arme müssen sich leichtgängig auf den Bolzen drehen lassen, ggf. Bohrungen entgraten. Nach dem Anbringen der äusseren Sicherungsscheiben sollte kein Axialspiel der Arme auf den Bolzen vorhanden sein, andernfalls müssen weitere Passscheiben unterlegt werden.

Aus drei Gewindestangen 4618.51 (2mmØ, 75mm lang) und sechs Kugelgelenken 4618.55 werden drei Gestänge hergestellt gemäss Abbildung; das angegebene Mass bezieht sich auf den freien Abstand zwischen den Kugelgelenken.



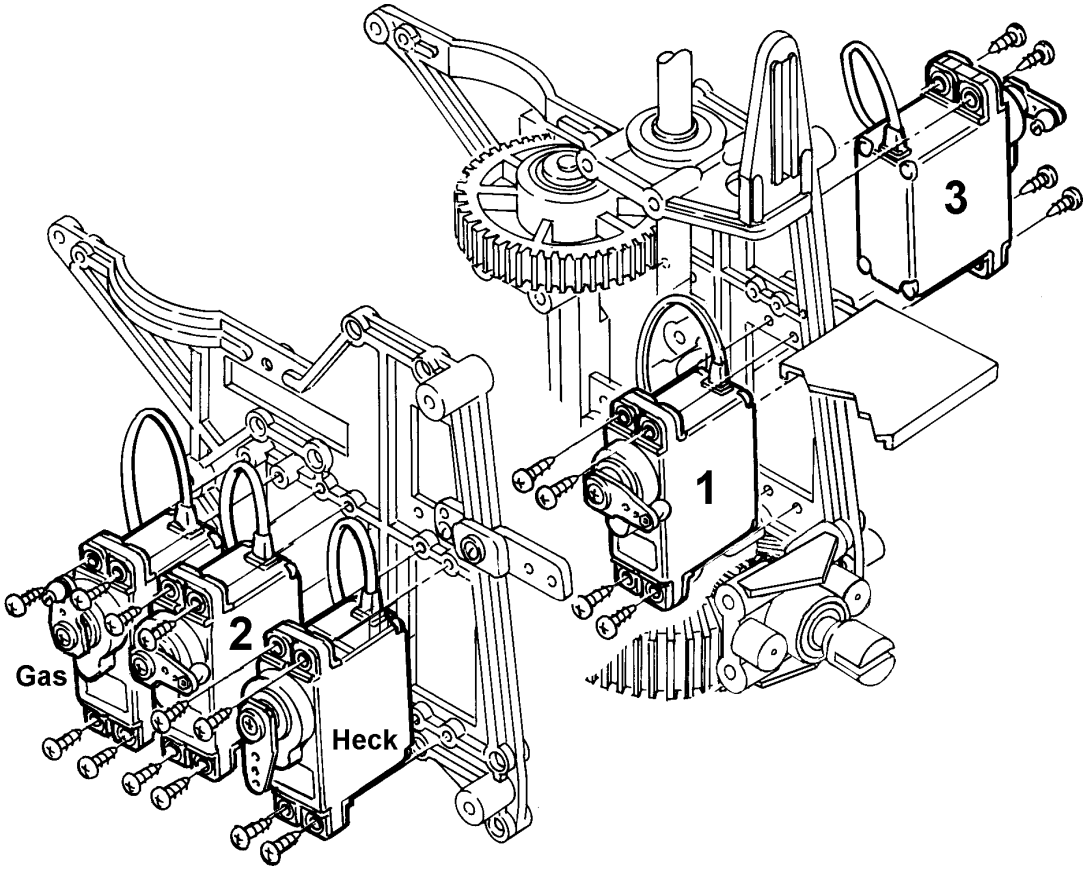
Ein Gestänge für den hinteren Punkt der Taumelscheibenanlenkung über den Führungszapfen an der Taumelscheibe 4682.45 auf die dahinterliegende Gelenkkugel aufdrücken, dann die Messinghülse (aus 4618.113) auf den Führungszapfen aufstecken und gut fetten. Taumelscheibe auf die Hauptrotorwelle aufschieben und das eingehängte Gestänge durch den Durchbruch hinten im Domlagerhalter nach unten durchstecken; dabei die Taumelscheibenführung 4618.113 vorsichtig zurückbiegen und den Führungszapfen der Taumelscheibe mit der Messinghülse in die Führungsnut einrasten lassen.
Den Pitchkompensator auf die Hauptrotorwelle aufstecken und die beiden Kugelgelenke gemäss Abbildung auf die bezeichneten Kugeln des Taumelscheiben-Innenringes aufdrücken.



2. Einbau der Fernlenkanlage *(Beutel UM-9)*

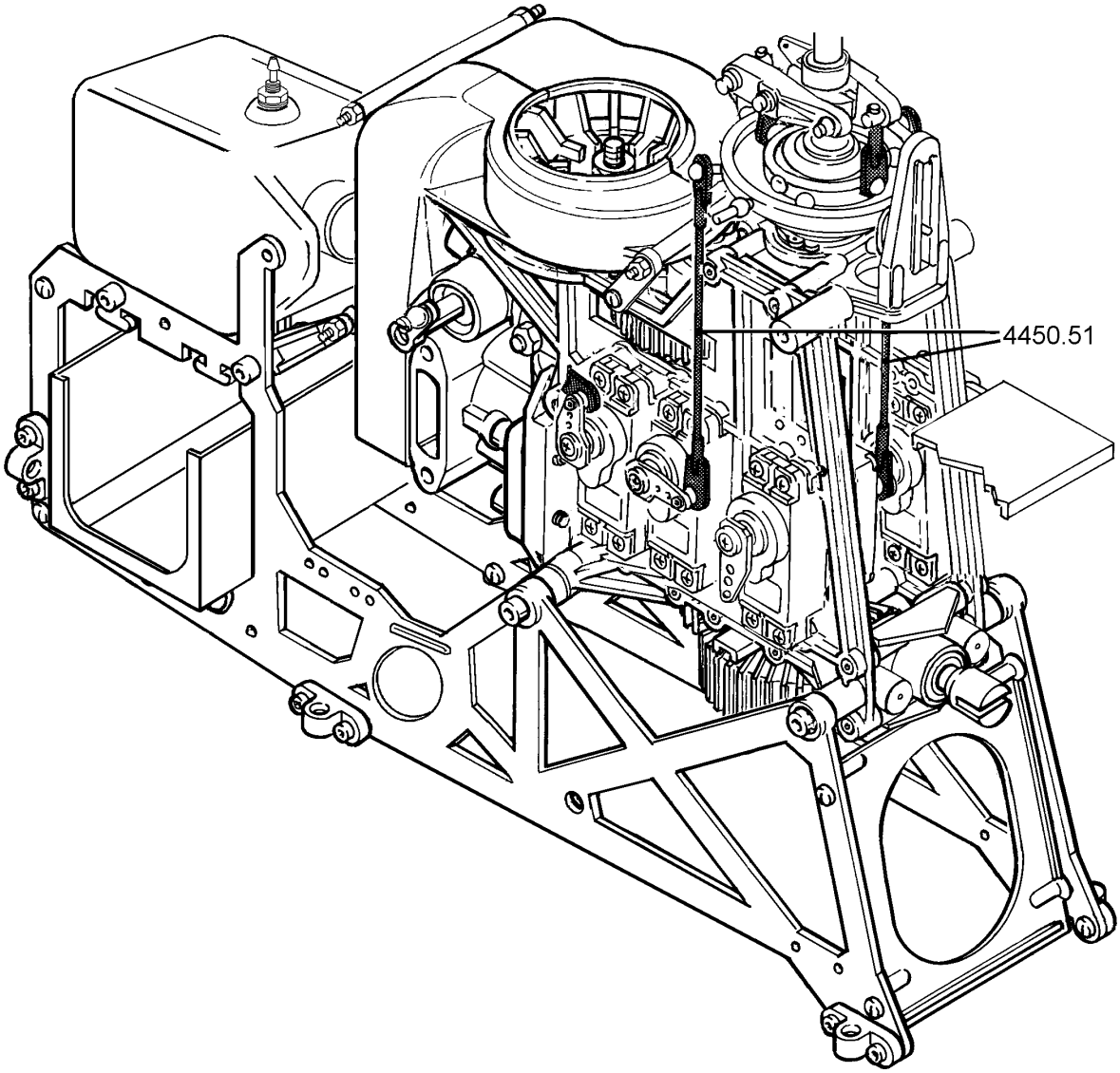
2.1 Montage der Servos

Am Nickservohebel (1) und an die Servohebel der Rollservos (2) + (3) werden *von innen* je eine Messingkugel mit einer Zylinderkopfschraube M2x10 festgeschraubt und mit einer M2-Mutter von aussen gesichert, dabei sowohl zwischen Schraube und Kugel, als auch in die Mutter Schraubensicherungslack geben. Der Abstand von Achse zu Kugelmitte beträgt ca. 18 mm.
Jetzt wird zuerst das Nickservo von innen in das rechte Seitenteil mit der Abtriebsachse nach oben in den Servoausschnitt gesteckt und mit 4 Schrauben, Gummidurchführungen und Hohlniete befestigt (Material im Lieferumfang der Servos): Die Hohlniete werden von *unten* in die Gummidurchführungen gesteckt, die Schrauben von *oben* eingedreht.
Die Servo-Befestigungsbohrungen in der Mechanik sind absichtlich geringfügig nach aussen versetzt, so dass sich eine Vorspannung in der Gummiaufhängung ergibt, wodurch eine höhere Steuerpräzision erreicht wird.
Die Rollservos werden jeweils in das rechte und linke Seitenteil von aussen gesteckt (siehe Zeichnung, auch hier Achsabtrieb nach oben) und mit je 4 Schrauben befestigt. Servos gemäss Anleitung der Fernsteuerung mit dem Empfänger verbinden, Fernsteuerung einschalten und Taumelscheibenmixer im Sender aktivieren (Einstellung: Symmetrische Dreipunktanlenkung, 2 Rollservos, 1 Nickservo hinten). Pitch-, Nick- und Rollsteuerung in Neutralposition bringen und die Servohebel jetzt so aufstecken und befestigen, dass sie rechtwinklig zur Rotorwelle stehen.



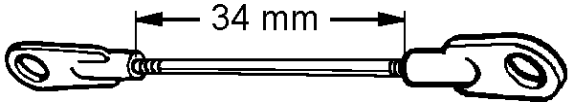
Das Heckrotorservo wird, mit seiner Abtriebswelle nach oben, von aussen in das linke Seitenteil gesteckt und befestigt. Der Servohebel zeigt nach unten und steht bei Pitchmittelstellung parallel zur Hauptrotorwelle.
Am Gasservohebel wird *von aussen* eine Messingkugel mit einer Zylinderkopfschraube M2x 10 festgeschraubt und mit einer M2-Mutter von hinten gesichert, dabei sowohl zwischen Schraube und Kugel, als auch in die Mutter Schraubensicherungslack geben. Der Abstand von Achse zu Kugelmitte beträgt ca. 11 mm. Das Gasservo wird im linken Seitenteil mit Achsabtrieb und Servohebel nach oben zeigend montiert.
Die Anschlusskabel der Servos werden durch den freibleibenden, vorderen Servoausschnitt im rechten Seitenteil geführt und mit Spiralschlauch zusammengefasst an der rechten Mechanikseite entlang nach vorn zum Empfänger verlegt. Die Verlegung der Servokabel ist äusserst sorgfältig vorzunehmen. Kabel dürfen auf keinen Fall Wellen oder Zahnräder berühren (Absturzgefahr beim Durchscheuern der Kabel).

Mit den zuvor angefertigten Gestängen werden die Taumelscheibenservos mit der Taumelscheibe verbunden, so dass sich eine 120° Anlenkung ergibt.

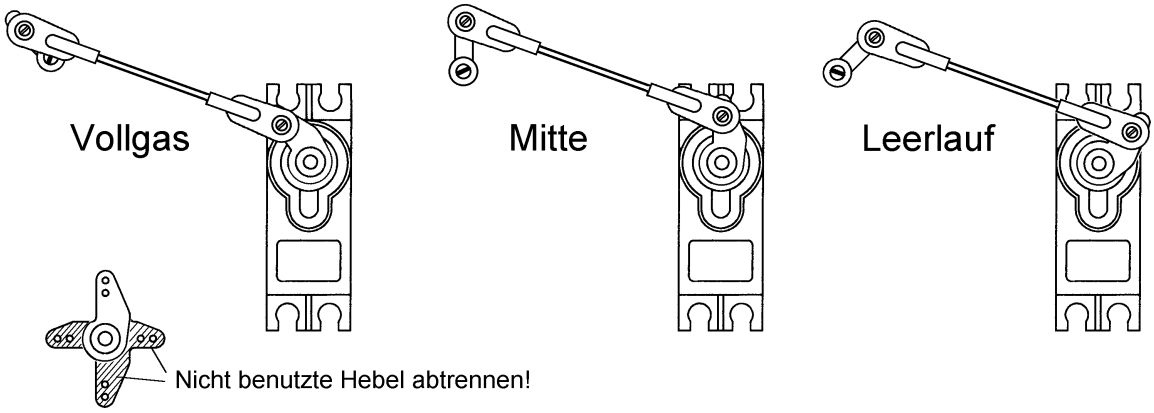


Eine Vierpunktanlenkung der Taumelscheibe ist ebenfalls möglich, muss aber nach eigenem Ermessen durchgeführt werden. Dazu wird ein weiteres Servo in den noch freien Servoausschnitt der Mechanik montiert und über ein entsprechend gebogenes Gestänge von 2,5 mm Ø mit dem vorderen Anlenkpunkt der Taumelscheibe verbunden. Die Gestänge der Servos 2 und 3 werden dann in die seitlichen (90°) Anlenkpunkte der Taumelscheibe eingehängt, und im Sender ist der Taumelscheibenmixer für Vierpunktanlenkungen zu aktivieren.
Besondere Aufmerksamkeit ist bei der Vierpunktanlenkung darauf zu verwenden, dass die Anlenkgestänge exakt justiert sind, damit sich die Servos nicht gegenseitig belasten. Dazu wird bei eingeschalteter Fernsteuerung der Pitchsteuerknüppel in Mittelstellung gebracht (Servohebel stehen dann 90° zu den Gestängen) und zunächst ein Gestänge ausgehängt. Durch Verstellen der verbliebenen drei Gestänge wird jetzt die Taumelscheibe genau waagerecht justiert. Ist das erreicht, wird das vierte Gestänge so justiert, dass es sich ohne Druck gegen das Servo auf die Kugel der Taumelscheibe aufdrücken lässt.

Aus einer Gewindestange 4445.84 (2mmØ, 45mm lang) und zwei Kugelgelenken 4618.55 wird das Gasgestänge hergestellt gemäss Abbildung; das angegebene Mass bezieht sich auf den freien Abstand zwischen den Kugelgelenken.



Vergaserhebel und Servoarm werden über dieses Gestänge miteinander verbunden, wie in der Abbildung gezeigt:



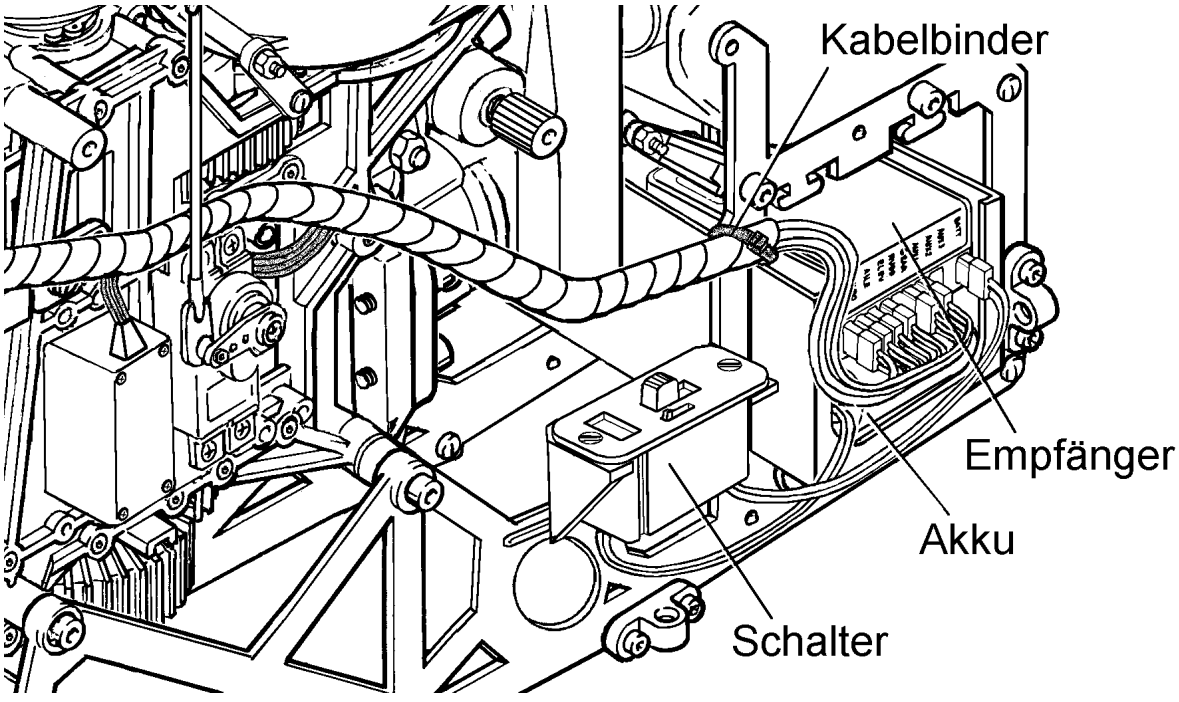
2.2 Montage der übrigen Fernsteuerungskomponenten

Zum Befestigen des Gyrosystems auf dem Gyroboden wird zweckmässigerweise doppelseitiges Klebeband, z. B. Best.-Nr. 742 verwendet. Die Zuleitungen werden zusammen mit den Servokabeln seitlich an der Mechanik nach vorn zum Empfänger geführt.

Der Empfängerakku wird zusammen mit dem darüberliegenden Empfänger in Schaumgummi gelagert in der RC-Box untergebracht und mit Gummiringen gesichert. Die Anschlussbuchsen des Empfängers weisen dabeí nach rechts, so dass die Servokabel direkt, ohne Verwendung von Verlängerungskabeln, eingesteckt werden können.

Die mit Spiralschlauch zusammengefassten Anschlusskabel werden mit Kabelbindern so an der Mechanik befestigt, dass sie nicht gedehnt werden können, nirgends in Kontakt mit rotierenden Teilen geraten und nicht durchgescheuert werden können.

Der Schalter für die Empfangsanlage wird auf der seitlich rechts am Unterbau angeschraubten Schalterkonsole montiert und mit Akku und Empfänger verbunden.

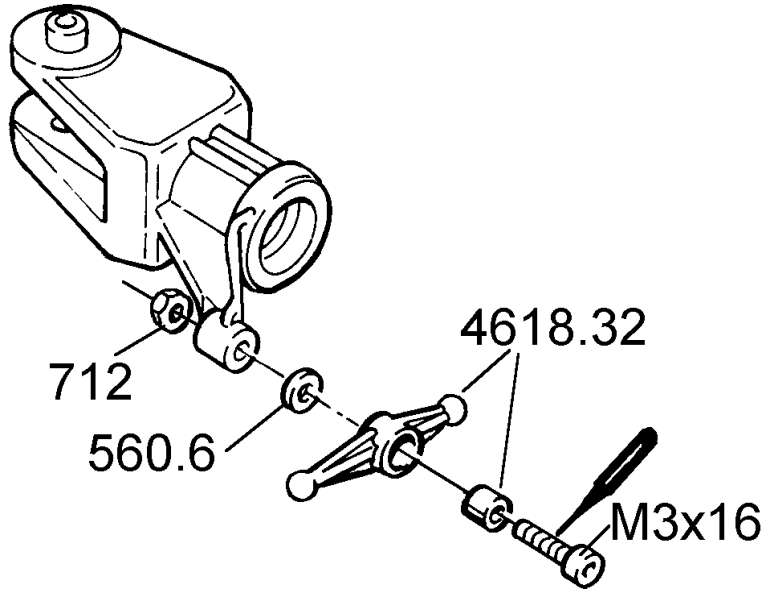


3. Zusammenbau des Hauptrotorkopfes *(Beutel UM-10)*

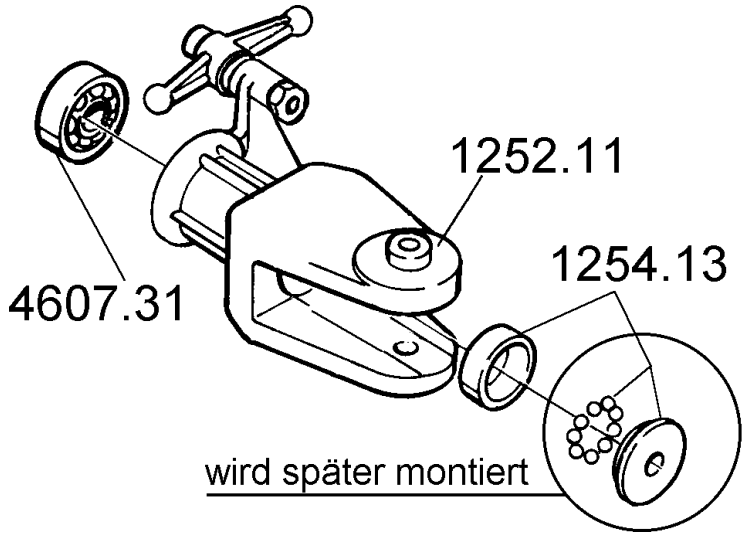
Der Hauptrotorkopf wird entsprechend den Abbildungen zusammengesetzt, alle Kugellager sind zu fetten.

3.1 Vorbereiten der Blatthalter

Die Messingbuchsen aus 4618.32 werden zunächst mit Schraubensicherungslack auf die Schrauben M3x16 aufgeklebt (trocknen lassen). Die Mischhebel 4618.32 müssen dann leichtgängig auf den Messinghülsen beweglich sein; ggf. Bohrungen in den Mischhebeln entgraten, mit Silikonöl schmieren. Mischhebel dann unter Verwendung der M3 - Mutter 712 und unter Zugabe von Schraubensicherungslack an die Blatthalter 1252.11 schrauben.



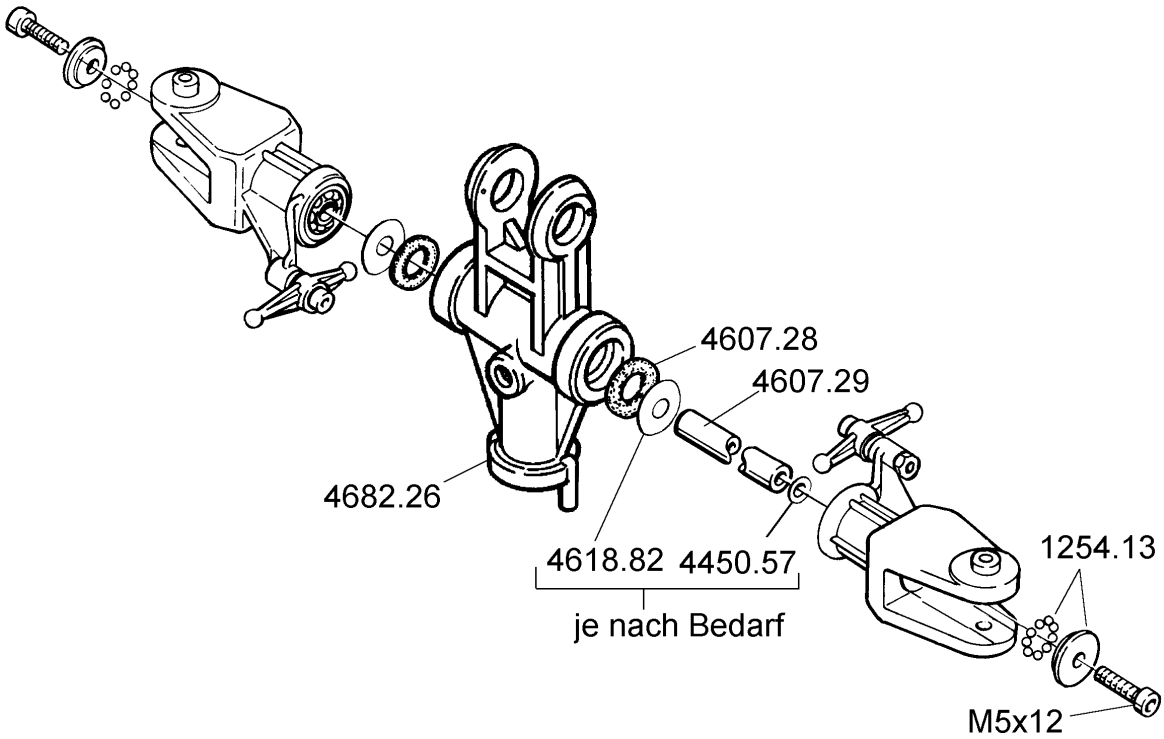
In die Blatthalter 1252.11 werden das Radiallager 4607.31 und die Lagerschale des Kombilagers 1254.13 gemäss Abbildung bis zum Anschlag eingedrückt.



Nun wird überprüft, ob die vorbereiteten Blatthalter mit den Lagern 4607.31 leichtgängig auf die Blattlagerwelle 4607.29 aufgeschoben werden können; ggf. muss die Blattlagerwelle mit feinem Schleifpapier (Körnung >600) so lange nachgearbeitet werden, bis sich ein Schiebesitz für die Lager ergibt.

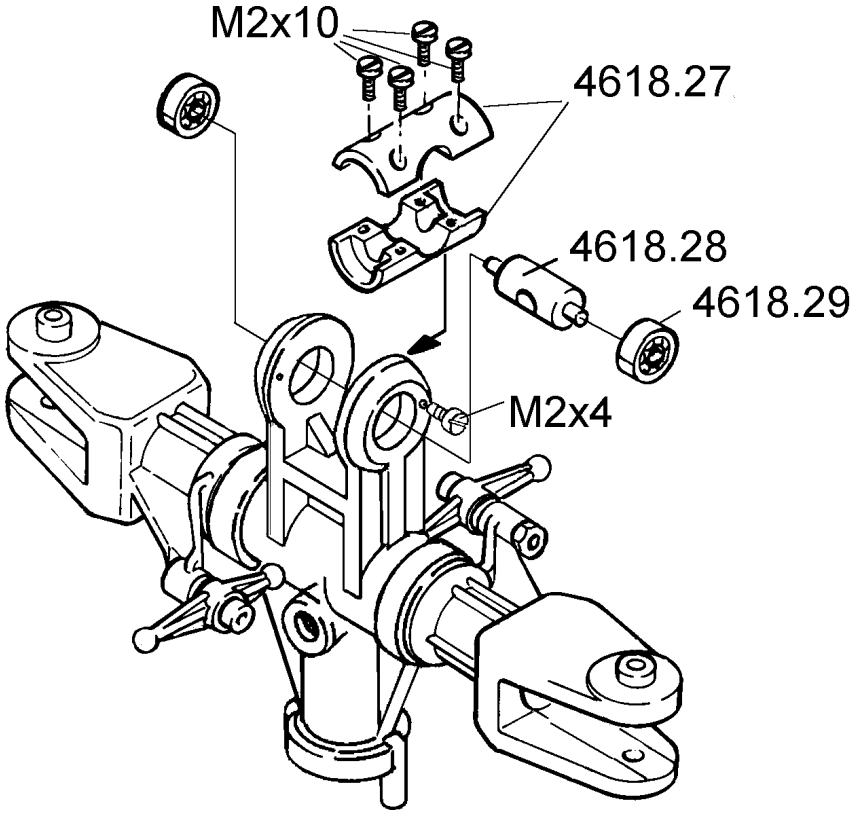
3.2 Montage der Blatthalter

In das Rotorkopfzentralstück 4682.26 werden links und rechts die beiden O-Ringe 4607.28 eingedrückt und die eingefettete Blattlagerwelle durchgesteckt, so dass sie an beiden Seiten gleich weit heraussteht. Die O-Ringe dürfen dabei nicht wieder herausgedrückt werden.
Die Einheit wird nun so gehalten, dass die Blattlagerwelle senkrecht steht. Eine Passscheibe 0,2 mm aus 4450.56 wird von oben auf die Welle aufgesteckt, dann ein Blatthalter, wobei darauf zu achten ist, den Blatthalter so auszurichten, dass der Blattverstellarm mit dem Mischhebel *vor* dem Blatt läuft (siehe Abbildung). Die Blattlagerwelle muss nun oben in die Lagerschale des Kombilagers 1254.13 hineinragen.
Jetzt wird die Lagerschale mit Fett gefüllt, so dass genau 14 Stahlkugeln eingelegt werden können, ohne durcheinander zu rollen.
Die Blattlagerwelle muss während dieser Montage stets so weit in die Lagerschale hineinragen, dass keine Kugeln nach innen, zwischen Blatthalter und Blattlagerwelle, fallen können.
Abschliessend die Druckscheibe des Kombilagers mit den Kugelbahnen nach innen aufsetzen und die Inbusschraube M5x12 festziehen.
Jetzt die Einheit so umdrehen, dass der eben montierte Blatthalter unten liegt und den zweiten Blatthalter mit unterlegter Passscheibe 0,2mm auf die Blattlagerwelle aufstecken.
Blattlagerwelle dabei keinesfalls mehr durch Zentralstück und Blatthalter zurückschieben, damit keine Kugeln aus dem zuvor montierten Kombilager herausfallen können!
Das zweite Kombilager nun wie oben beschrieben zusammensetzen und Inbusschraube M5x12 festziehen.
Blatthalter auf Leichtgängigkeit prüfen, dazu ggf. mit dem Schraubendrehergriff auf Blatthalter und Zentralstück klopfen, damit sich die Lager richtig, ohne Verspannung, setzen können.
Sollen die Blatthalter nicht leichtgängig sein, weil sie gegen das Zentralstück gedrückt werden, so muss eine Distanzscheibe 4450.57 zwischen die Druckscheibe eines der beiden Kombilager und die Blattlagerwelle eingefügt werden.
Vorsicht bei der Demontage des Kombilagers, damit keine Kugel herausfällt!
Wenn die Leichtgängigkeit der Blatthalter sicher gestellt ist, werden die Inbusschrauben M5x12 unter Zugabe von Schraubensicherungslack endgültig festgezogen. Wurde eine Distanzscheibe 4450.57 eingefügt so muss darauf geachtet werden, die Inbusscshraube hier mit Gefühl festzuziehen, damit die Messingscheibe nicht deformiert wird.

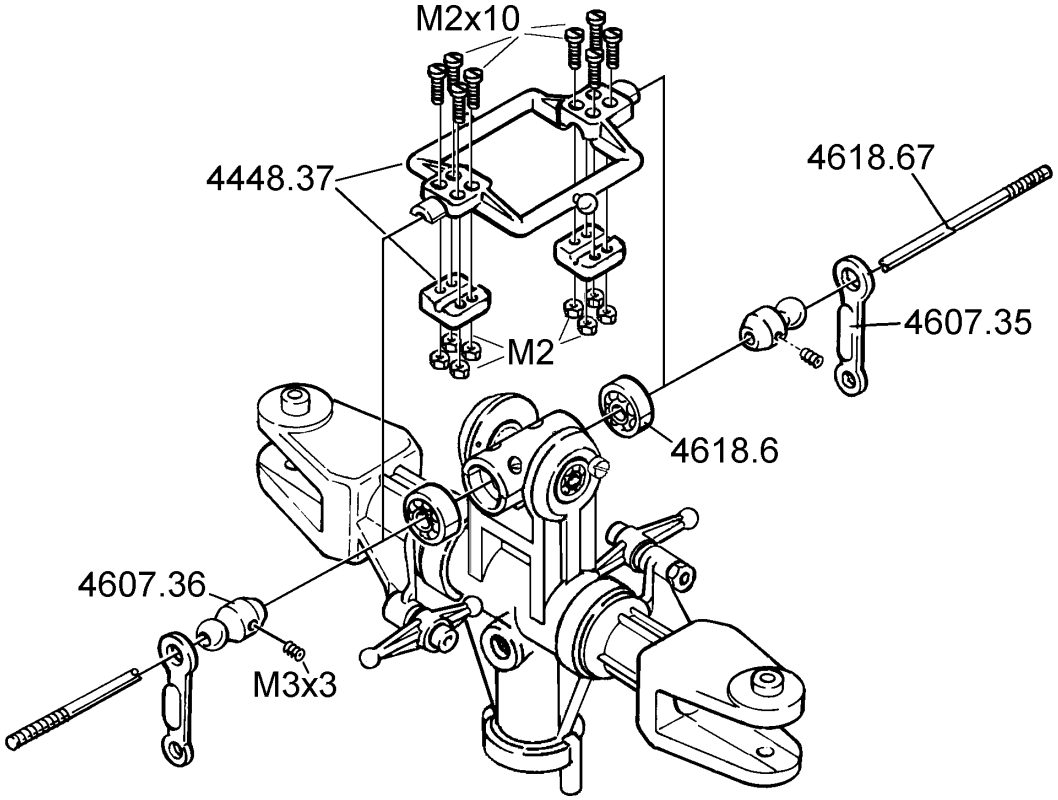


3.3 Montage des Hilfsrotors

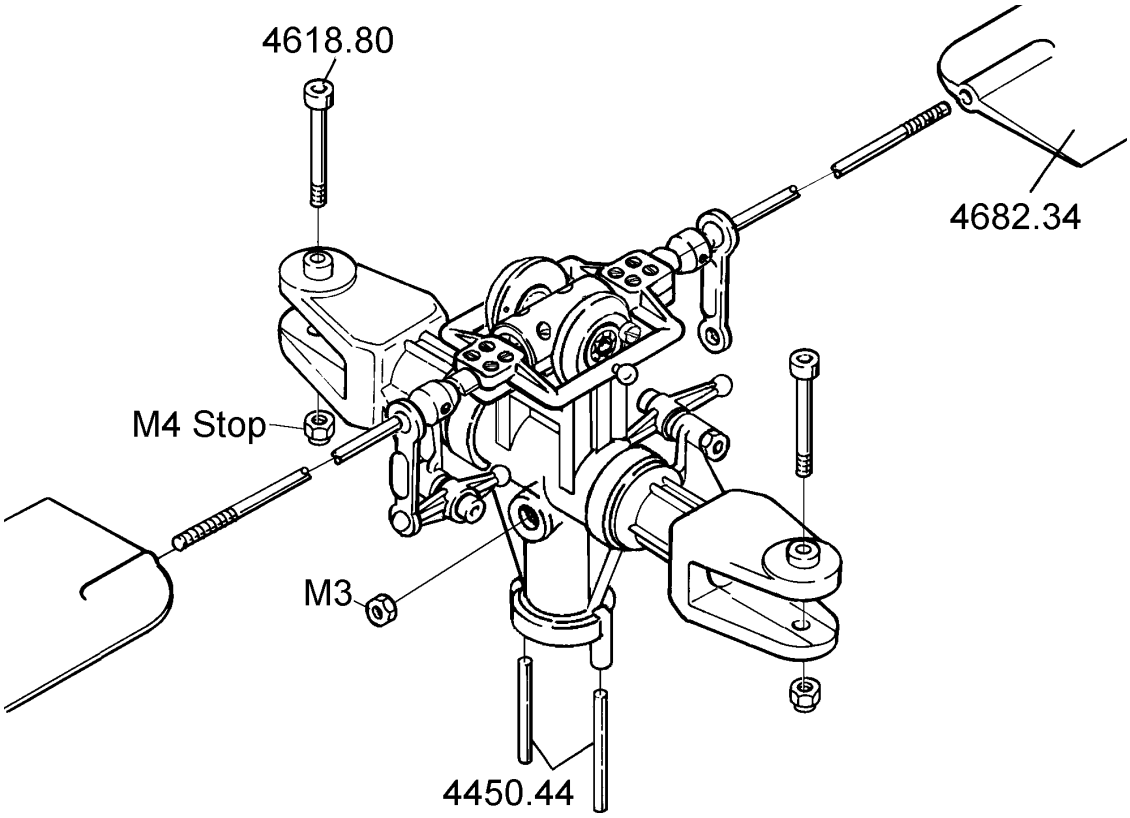
Wippe 4618.27 entsprechend der Abbildung montieren. Die Bohrung im Lagerbolzen 4618.28 muss mit der Längsöffnung der Wippe fluchten, damit später die Paddelstange durchgesteckt werden kann, ohne zu klemmen oder zu schleifen. Die beiden Kugellager werden aussen mit jeweils einer Schraube M2x4 im Zentralstück gesichert. Wippe auf Leichtgängigkeit prüfen.



In die Wippe beidseitig je ein Kugellager 4618.6 eindrücken. Paddelstange 4718.67 durch die Wippe schieben und genau mittig ausrichten, so dass sie auf beiden Seiten gleich weit aus den Lagern herausragt.

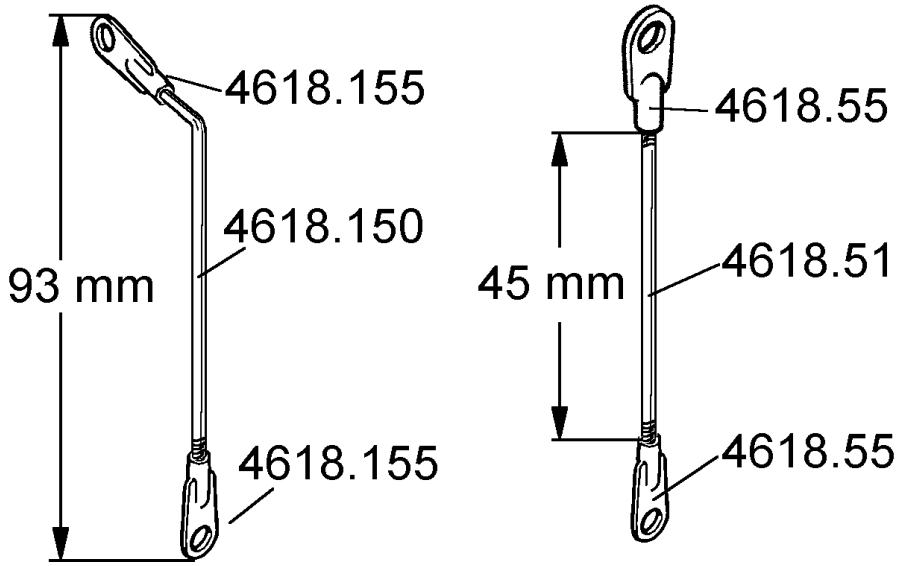


Paddelstange dort, wo die Steuerbrücke 4618.37 aufgeklemmt wird, mit Sandpapier aufrauhen und beim Verschrauben der Steuerbrücke Schraubensicherungslack zwischen Paddelstange und Steuerrahmen geben, um ein Verdrehen der Paddelstange in der Steuerbrücke bei extremen Kunstflugfiguren zu verhindern.
Kugelstellringe 4607.36 beidseitig auf die Paddelstange aufschieben, bis sie an der Steuerbrükke anliegen. Vor dem Eindrehen der Stiftschrauben M3x3 Schraubensicherungslack in die Gewindebohrungen der Kugelstellringe geben. Doppelkugelgelenke 4607.35 aufdrücken.
Die Paddel 4682.34 unter Zugabe von Schraubensicherungslack genau 15mm weit auf die Enden der Paddelstange aufschrauben und exakt parallel zueinander und zur Steuerbrücke ausrichten.



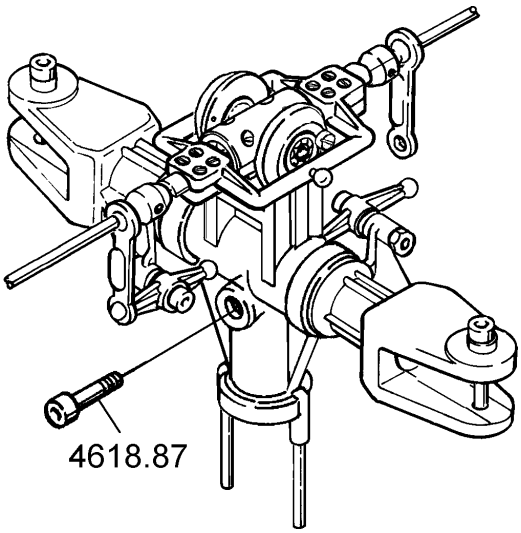
Einseitig eine Mutter M3 in die Vertiefung des Rotorkopfzentralstücks eindrücken, ebenso die beiden Führungsstifte 4450.44 für den Pitchkompensator unter Zugabe von Schraubensicherungslack.

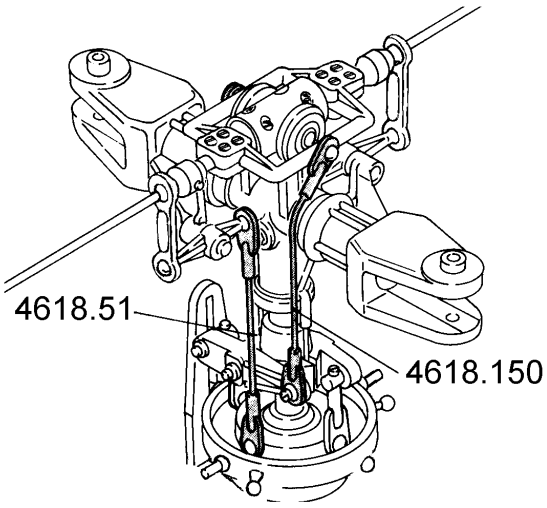
Jeweils zwei gerade und zwei abgewinkelte Gestänge anfertigen gemäss Abbildung.



3.4 Montage des Hauptrotorkopfes

Den Hauptrotorkopf auf die Hauptrotorwelle aufstecken.
Darauf achten, dass die Bohrung im Rotorkopf mit der oberen Querbohrung in der Hauptrotorwelle fluchtet, dann den Rotorkopf mit Spezialschraube 4618.87 festschrauben.





Die zuvor angefertigten Gestänge 4618.150 und 4618.51 gemäss Zeichnung montieren. Dabei beachten, dass die Mischhebel 4618.32 unterschiedlich lange Hebelarme besitzen. Die Doppelkugelgelenke von der Paddelstange aus müssen auf die längeren Hebelarme aufgedrückt werden, die geraden Gestänge führen von den kürzeren, inneren Hebeln zur Taumelscheibe.

Die abgewinkelten Gestänge 4618.150 müssen noch justiert werden, um den maximal möglichen Pitch-Verstellbereich zu erhalten, dabei folgendermassen vorgehen:

Taumelscheibe ganz nach oben schieben, dazu ggf. die Kugelgelenke am Aussenring aushängen.
Die Taumelscheibe soll genau dann gegen den Pitchkompensator stossen, wenn dieser selbst gegen die Unterkante des Hauptrotorkopfes stösst.

Ist das nicht der Fall, so müssen die abgewinkelten Gestänge wie folgt justiert werden:

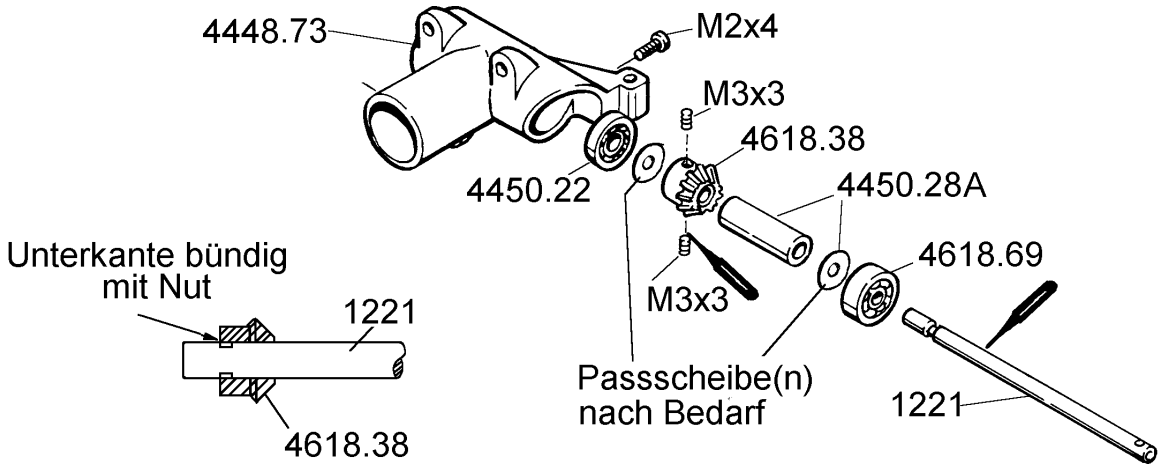
- Die Taumelscheibe stösst gegen den Pitchkompensator, aber zwischen Pitchkompensator und Rotorkopf besteht noch eine Lücke: ⇨ Beide Gestänge verkürzen
- Der Pitchkompensator stösst gegen den Rotorkopf, aber zwischen Taumelscheibe und Pitchkompensator besteht noch eine Lücke: ⇨ Beide Gestänge verlängern

Dabei unbedingt darauf achten, dass stets beide Gestänge gleichmässig verstellt werden, so dass sie die gleiche Länge haben.

Abschliessend die Feineinstellung des Hilfsrotors vornehmen, so dass die Hillerpaddel parallel zur Taumelscheibe stehen, wenn diese waagerecht ausgerichtet ist. Dabei die Gestänge 4618.150 um gleiche Beträge gegensinnig verdrehen, nicht ein Gestänge allein verstellen!

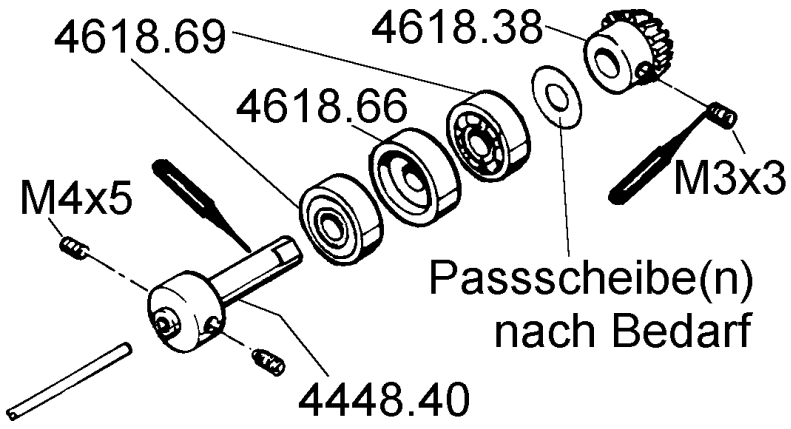
4. Zusammenbau des Heckrotorgetriebes *(Beutel UM-11, 11A)*

Auf die Heckrotorwelle 1221 das Kegelrad 4618.38 gemäss Abbildung montieren. Schraubensicherungslack in die Gewindebohrungen im Kegelrad geben, dann Stiftschrauben M3x3 festziehen; dabei muss eine der beiden Stiftschrauben auf die Fläche an der Heckrotorwelle treffen. Stiftschrauben dabei nicht so fest anziehen, dass sich das Kegelrad verspannt und später unrund läuft. Distanzbuchse 4450.28A sowie die Lager 4618.69 und 4450.22 aufstecken, dabei ganz gegen einander schieben. Einheit ins Heckrotorgehäuse 4448.73 bis zum Anschlag einschieben, und mit Sicherungsschraube M2x4 fixieren. Prüfen, ob die Welle keinerlei Axialspiel aufweist, ggf. Passscheiben 5/10x0,1 zwischenlegen.

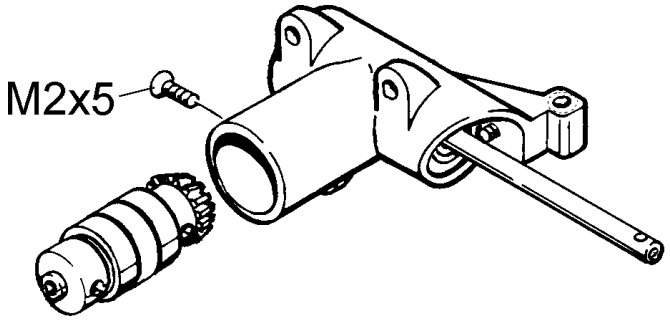


Auf die Heckrotor-Eingangswelle 4448.40 die beiden Lager 4618.69 und das Distanzstück 4618.66 unter Zugabe von Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, aufstecken gemäss Abbildung. Die Lager dürfen dabei nicht verspannt verden, ggf. durch daraufklopfen (z.B. mit einem Schraubenziehergriff) erreichen, dass sie sich korrekt auf der Welle "setzen"; Lagekleber aushärten lassen.

Eine Passscheibe 5/10x0,1 und Kegelrad 4618.38 zunächst ohne Zugabe von Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, aufstecken gemäss Abbildung. Die Stiftschrauben M3x3 so in das Kegelrad eindrehen, dass eine der beiden Stiftschrauben auf die Fläche an der Eingangswelle trifft.



Die fertiggestellte Antriebswelleneinheit so in das Heckrotorgehäuse stecken, dass die Bohrung im Distanzstück 4618.66 mit der Bohrung im Heckrotorgehäuse fluchtet, dann mit Senkkopfschraube M2x5 sichern.
Durch die Gewindebohrungen der Kupplung 4448.40 einen Stift (Schraubenzieher o.ä.) stekken. An diesem Knebel nun fest an der Kupplung ziehen (gegen die Verschraubung mit der Senkkopfschraube), damit sich die Antriebseinheit so im Heckrotorgehäuse setzt, dass sich das unter Last maximal mögliche Zahnflankenspiel der Kegelräder ergibt. Jetzt überprüfen, dass das Heckrotorgetriebe leichtgängig läuft, mit gerade spürbarem Zahnflankenspiel der Kegelräder.

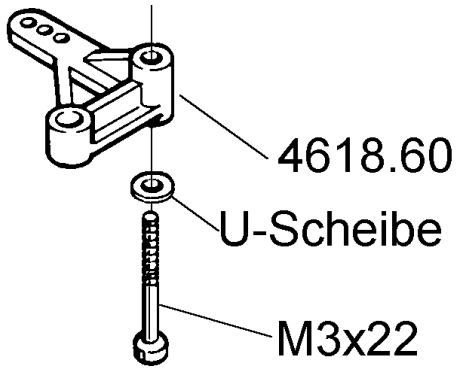


Falls das Zahnflankenspiel zu gering ist, die Zahnräder also schwergängig laufen, muss die Antriebseinheit noch einmal ausgebaut, die Passscheibe entfernt und wieder eingebaut werden; bei zu grossem Zahnflankenspiel hingegen werden weitere Passcheiben eingefügt. Nach entsprechendem Ziehen an der Antriebseinheit, wie oben beschrieben, sollte sich nun das erforderliche Zahnflankenspiel der Kegelräder ergeben.

Hinweis: *Sollte sich das Zahnflankenspiel so nicht zufriedenstellend justieren lassen, kann das daran liegen, dass das Kegelrad auf der Heckrotorwelle durch Fertigungstoleranzen zu weit aussen liegt und keinen korrekten Eingriff mit dem Kegelrad auf der Eingangswelle aufweist. Das lässt sich feststellen, wenn das Kegelrad der Eingangswelle bereits merklich mit den Zahnspitzen an der langen Distanzbuchse kratzt, dennoch aber Zahnflankenspiel vorhanden ist. In diesem Fall müssen die Passscheiben statt zwischen Distanzbuchse und Lager 4618.69 zwischen Kegelrad 4618.38 und Lager 4450.22 eingefügt werden, bis sich das gewünscht geringe Zahnflankenspiel einstellt.*

Beide Einheiten dann noch einmal ausbauen, die Lager auf der Heckrotorwelle sowie das Kegelrad auf der Eingangswelle unter Zugabe von Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, aufschieben und alles wieder endgültig zusammenbauen; dabei auch die Stifschrauben unter Zugabe von Schraubensicherungslack endgültig festziehen.

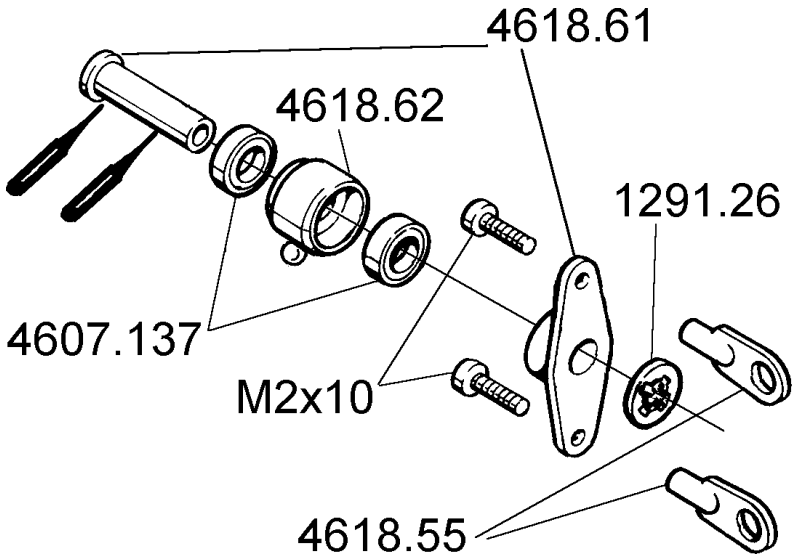
Auf die Inbusschraube M3x22 eine U-Scheibe 3mmØ sowie den Heckrotoranlenkhebel 4618.60 aufstecken.



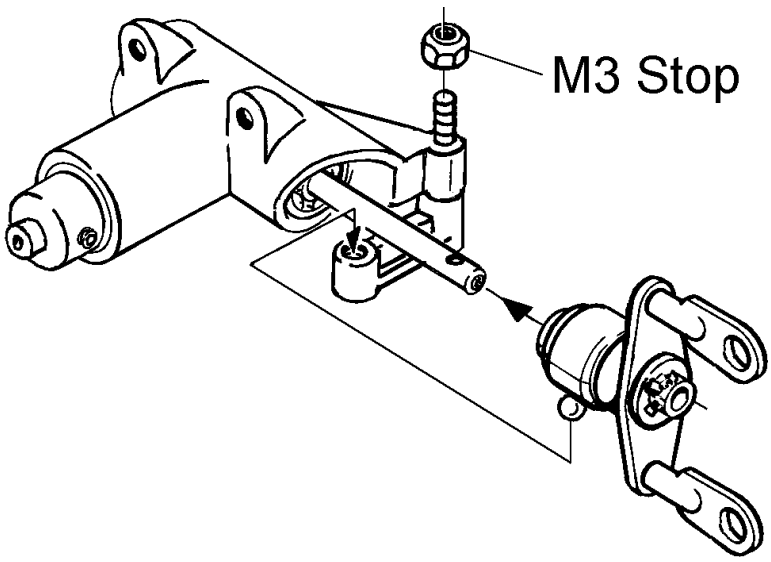
Prüfen, ob der Umlenkhebel leichtgängig auf der Schraube beweglich ist; ggf. Bohrung im Hebel entgraten und mit Silikonöl schmieren. Schraube mit aufgestecktem Hebel einige Umdrehungen in den Ansatz des Heckrotorgehäuses eindrehen, aber noch nicht festschrauben, weil zunächst die im nächsten Abschnitt beschriebene Steuerbrücke montiert werden muss.

5. Montage der Steuerbrücke *(Beutel UM-11B)*

Kugellager 4607.137 bis zum Anschlag in den Steuerring 4618.62 eindrücken. Einheit unter Zugabe von wenig Schraubensicherungslack (nicht zwischen Steuerring und Steuerhülse geraten lassen!) auf die Steuerhülse aus 4618.61 so aufschieben, dass der Lager-Innenring am Bund der Steuerhülse anliegt.

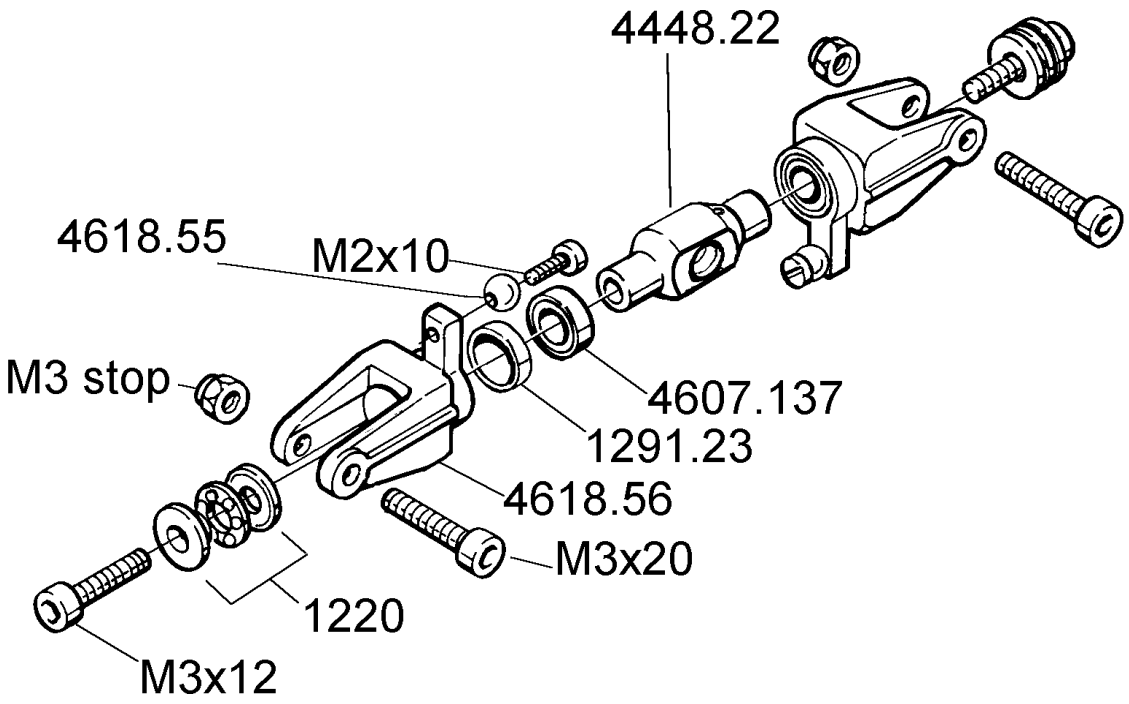


Steuerbrücke aus 4618.61 mit den beiden Kugelgelenken 4618.55 versehen, auf die Steuerhülse aufschieben und gegen den Lager-Innenring des anderen Kugellagers drücken. Zackenring 1291.26 auf die Steuerhülse und gegen die Steuerbrücke drücken.
Jetzt überprüfen, dass sich der Steuerring leichtgängig auf der Steuerbrücke drehen kann, andererseits aber auch keinerlei Axialspiel vorhanden ist. Sollte der Ring schwergängig laufen, so wurden wahrscheinlich die beiden Lager gegeneinader verspannt, was sich durch Daraufklopfen mit dem Schraubenziehergriff meist beheben lässt.
Steuerbrücke auf die Heckrotorwelle aufstecken, dann Anlenkhebel über die Kugel des Steuerringes greifen lassen und Schraube M3x22 so festziehen, dass sich Hebel und Steuerbrücke leichtgängig, aber spielfrei, bewegen lassen; abschliessend mit Stopmutter M3 kontern.

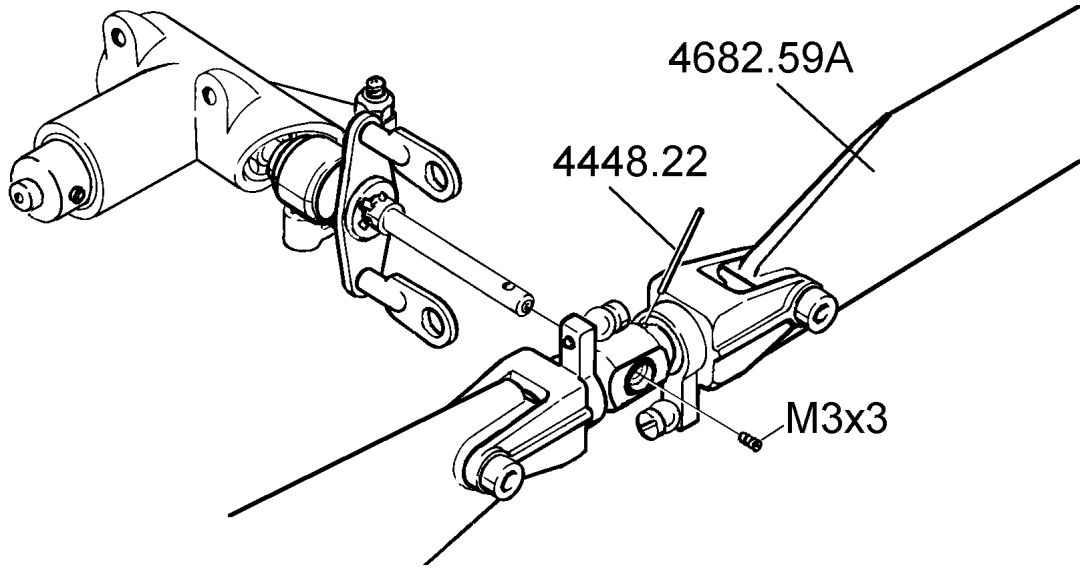


6. Montage des Heckrotorkopfes *(Beutel UM-11C)*

Heckrotorkopf gemäss Abbildung montieren, dabei alle Lager fetten.



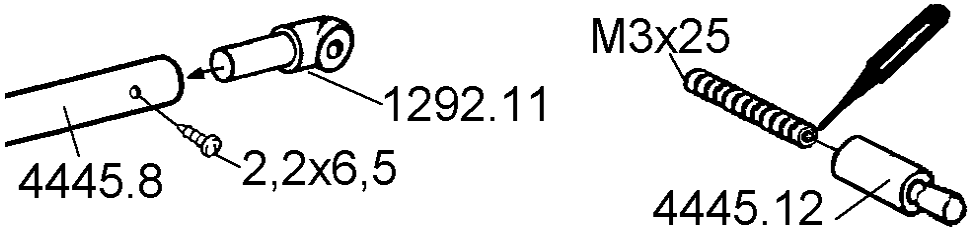
Die beiden O-Ringe so in die Nabe 4448.22 einsetzen, dass sie in den beiden Nuten liegen. O-Ringe einölen, den Heckrotorkopf so auf die Heckrotorwelle aufstecken, dass die Querbohrung in der Welle und die Bohrung in der Nabe mit einander fluchten und mit dem Stift 4448.22 fixieren, der seinerseits durch die Stiftschraube M3x3 gesichert wird.
Dabei die Ausrichtung der Nabe beachten (siehe Abbildung).
Heckrotorblätter mit den beiden Schrauben M3x20 in den Blatthaltern befestigen. Die Befestigungsschrauben der Heckrotorblätter nur so fest anziehen, dass sich die Blätter noch bewegen lassen, damit sie sich bei Rotation optimal ausrichten können.
Ausrichtung der Heckrotorbkätter beachten: Der Heckrotor läuft, von der linken Seite aus betrachtet, im Uhrzeigersinn ("unten vorlaufend"), die Blattverstellarme der Blatthalter laufen vor dem Blatt.



7. Heckausleger *(Beutel SR-0)*

7.1 Heckausleger-Stützstreben zusammensetzen *(Beutel SR-1)*

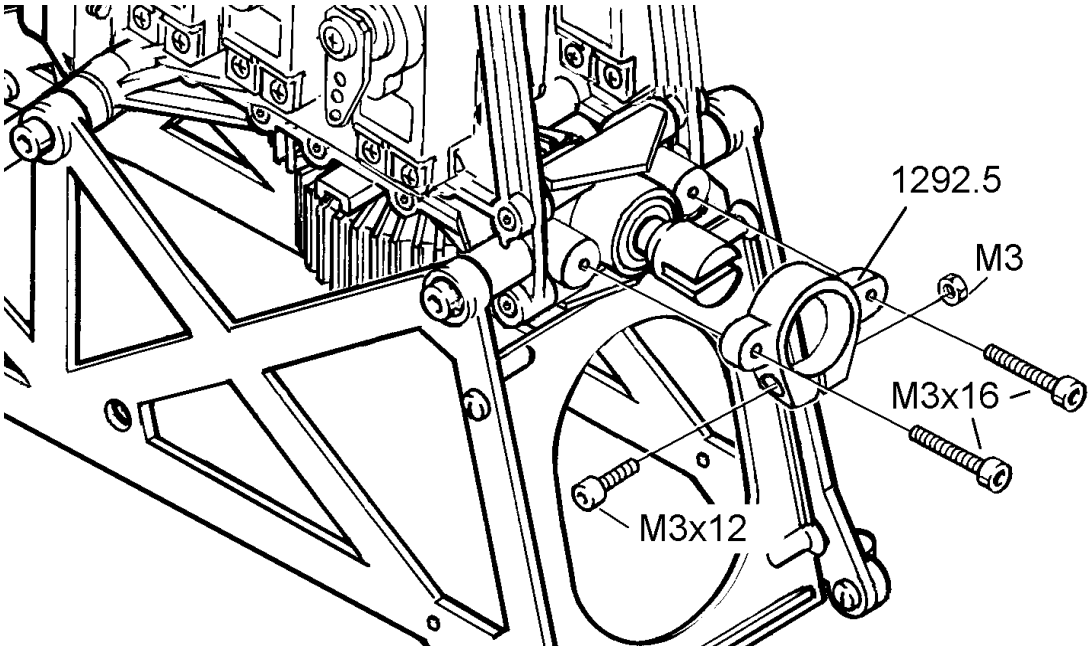
Jeweils 2 Strebenaugen 1292.11 bis zum Anschlag in die beiden Alustreben 4445.8 einpressen und dabei parallel zu einander ausrichten. Die Streben im Bereich der Strebenaugen mit Bohrer 1,5 mm Ø anbohren und Blechschrauben 2,2x6,5 eindrehen.



In die beiden Kabinen-Haltebolzen 4445.12 jeweils einen Gewindestift M3x25 unter Zugabe von Lagerbefestigungskleber bis zum Anschlag eindrehen und aushärten lassen.

7.2 Mechanik für die Montage des Heckauslegers vorbereiten

Der Anschlussflansch 1292.5 wird mit 2 Inbusschrauben M3x16 an den Lagerhalter 4448.14 der Mechanik geschraubt. Inbusschraube M3x12 mit Mutter M3 in die Klemmung eindrücken und probeweise festziehen, dann wieder so weit lösen, dass das Heckauslegerrohr später eingeschoben werden kann.



7.3 Heckauslegerohr vorbereiten *(Beutel SR-2)*

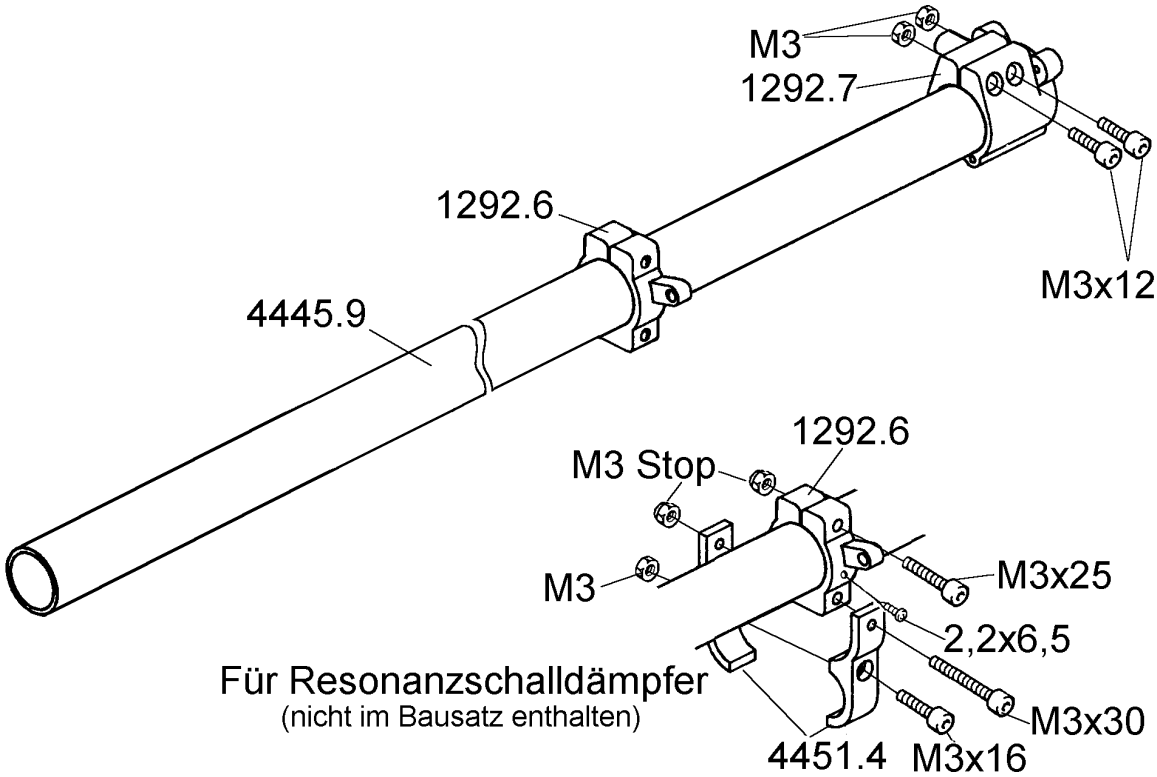
Das Heckauslegerrohr weist im *vorderen* Bereich eine Biegung auf, so dass der Heckausleger nach hinten ansteigt. Neben einer Erhöhung der Heckrotor-Bodenfreiheit sorgt diese Biegung vor allem dafür, dass die Heckrotor-Antriebswelle in einem weiten Bogen verläuft und dadurch nicht schlägt.

Die beiden Wellenlagerungen 1292.10A werden, z. B. mit einem Buchenrundstab, so in das Heckauslegerrohr 4445.9 eingedrückt, dass die vordere Lagerung einen Abstand von 200 mm zum vorderen Ende des Rohres erhält, die hintere Lagerung einen Abstand von 300 mm zum hinteren Ende; die kugelförmigen Pfannen sollen jeweils nach vorn zeigen. Dann von vorn den Führungsring 4451.7 mit der kegelförmigen Öffnung nach hinten genau 27 mm weit in das Heckrohr eindrücken; durch diesen Ring wird später die Überwurfhülse exakt dem Gabelteil der Kupplung zugeführt.

Jetzt wird die vordere Wellenkupplung vorbereitet: Die Kupplung muss sich später innerhalb des Heckrohres einwandfrei schliessen lassen, ohne dass man den Vorgang beobachten oder mit Werkzeugen nachhelfen kann. Darum muss dafür gesorgt werden, dass sich die Ms - Kupplungshülse 4618.58 leicht über die Kupplungsgabel 4618.57 schieben lässt. Falls erforderlich, muss die Gabel leicht entgratet bzw. mit feinem Schleifpapier abgezogen werden. Die Heckrotor-Antriebswelle Best.-Nr. 4451.19 ganz in die Kupplungshülse einstecken, so dass der abgekröpfte Teil in der Hülse liegt. Danach den Stellring 56.0 mit Gewindestift versehen und auf die Heckwelle hinter die Hülse schieben. Heckwelle bis zum Anschlag in die Kupplungsgabel schieben, dann gleichermassen die Hülse über die Gabel. Der Stellring wird jetzt ca. 1 mm hinter der Hülse auf der Welle festgezogen.

7.4 Heckauslegerrohr komplettieren

Auf das Heckauslegerrohr wird hinten der Heckrotorflansch 1292.7 montiert, von vorn wird ein Abstützflansch 1292.6 gemäss Abbildung aufgeschoben. Beim Abstützflansch darauf achten, dass der Klemmspalt oben und das angespritzte Auge auf der linken Seite liegt.



Falls ein Resonanzschalldämpfer verwendet werden soll, muss eine Abstützung dafür zusätzlich am Heckrohr, vor dem Abstützflansch, gemäss Abbildung montiert werden; die benötigten Teile sind nicht im Lieferumfang des Bausatzes enthalten und müssen separat erworben werden.

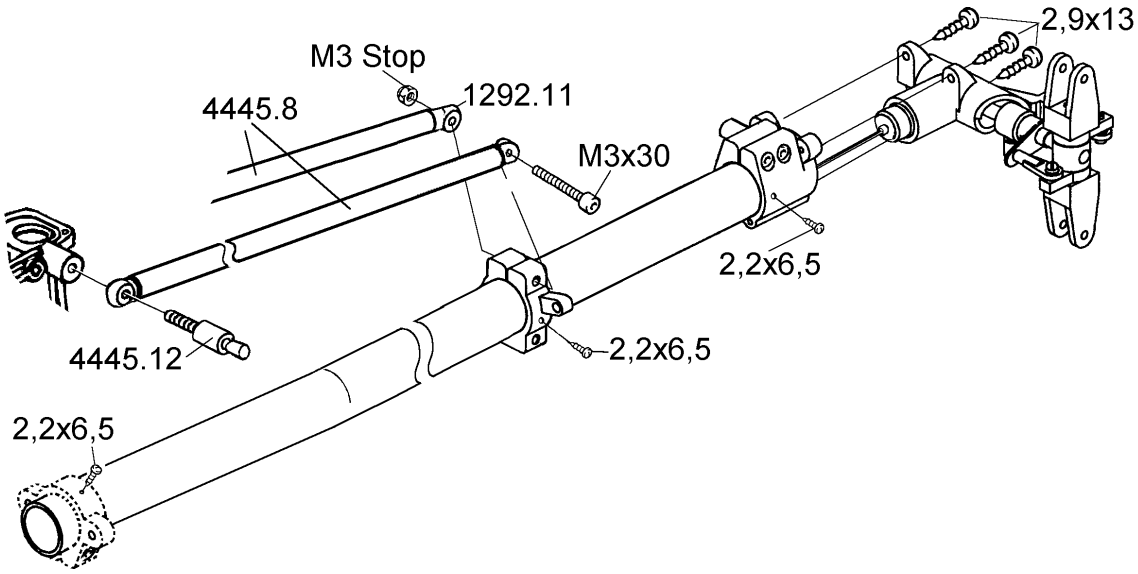
7.5 Längenkontrolle der Heckrotorantriebswelle

Die Heckrotorantriebswelle wird von der Mechanik abgezogen, leicht eingeölt und unter Drehung durch die Wellenlagerungen des Heckauslegers geschoben, bis das hintere Ende so weit aus dem Heckrohr herausragt, dass es in die Kupplung des Heckrotors eingeschoben werden kann. Welle bis zum Anschlag einschieben, dann wieder 1mm weit zurückziehen und in dieser Stellung vorläufig mit den Stiftschrauben der Kupplung fixieren. (Im Betrieb muss die Heckwelle ca. 1 mm Spiel in der Kupplungsgabel vorn haben, was sich ergibt, wenn die Welle später bis zum Anschlag in die Kupplung eingeschoben wird.) Das Heckauslegerrohr wird nun provisorisch in den Anschlussflansch 1292.5 gesteckt; Heckrohr dabei ganz auf den Lagerhalter 4448.14 aufschieben und durch den Flansch sichern. Heckrotor von hinten in den Heckausleger einschieben und durch Drehen der Heckrotorwelle dafür sorgen, dass die Antriebswelle vorn in die Schnellkupplung des Hauptgetriebes eingreift. Der Heckrotor sollte sich so weit in den Heckausleger einschieben lassen, dass er am Flansch anliegt, ohne dass die Antriebswelle vorn in der Schnellkupplung anstösst. Ist dieses nicht der Fall, muss die Heckwelle entsprechend ge-

kürzt werden; ggf. kann alternativ der Heckgetriebeflansch 1292.7 geringfügig nach hinten verschoben werden. Heckausleger nun wieder von der Mechanik abnehmen.

7.6 Heckausleger mit der Mechanik verbinden

Heckrotor so weit aus dem Heckrohr herausziehen, dass die Wellenkupplung zugänglich wird. Die Stiftschrauben der Wellenkupplung lösen, damit die Heckwelle 4451.19 aus der Kupplung gezogen werden kann. Welle nun sorgfältig entfetten, bis zum Anschlag in die Wellenkupplung einschieben und in dieser Stellung mit den Stiftschrauben fixieren. Dazu zunächst die Stiftschrauben ganz aus der Kupplung herausdrehen, flüssige Schraubensicherung, Best.-Nr. 952, oder Lagerbefestigung, Best.-Nr. 951, in die Gewindebohrungen geben, Stiftschrauben wieder eindrehen und gut festziehen. Wenn möglich, sollte in die Welle an der Angriffsfläche der Stiftschrauben einseitig eine Fläche geschliffen werden, um die Festigkeit der Verbindung zu optimieren. Heckrotor mit drei 2,9x13 mm Blechschrauben am Heckgetriebeflansch 1292.7 festschrauben. In die Schnellkupplungshülse und an die Heckwelle vorn etwas Fett geben.
Je eine Strebe am linken und rechten Mechanikseitenteil mit den in Bauabschnitt 7.1 vorbereiteten Bolzen 4445.12 befestigen.



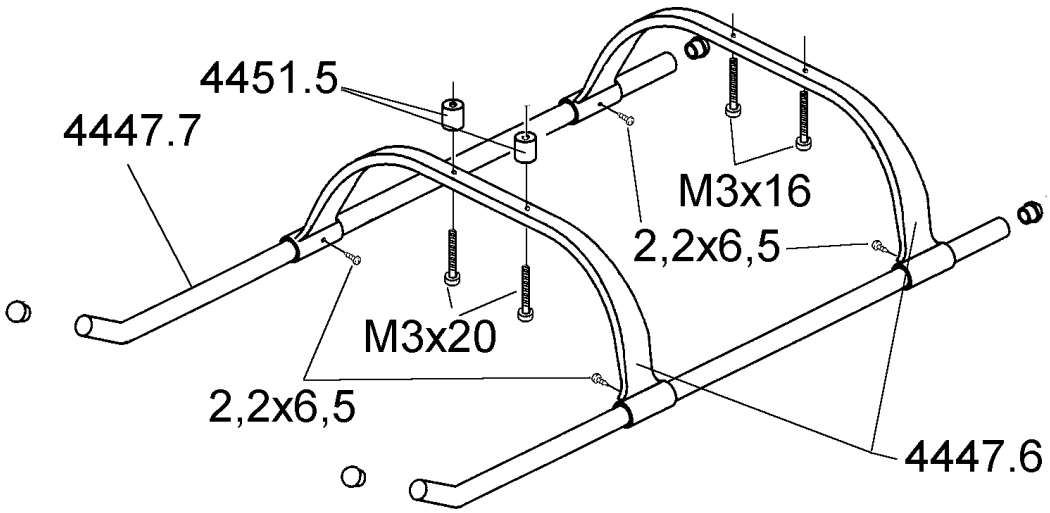
Die komplette Heckauslegereinheit wird jetzt in den Anschlussflansch 1292.5 bis zum Anschlag eingeschoben; dabei ist darauf zu achten, dass sich die Schnellkupplung korrekt schliesst. Heckausleger so drehen, dass die Biegung des Rohres nach oben und exakt in der senkrechten Ebene erfolgt; Heckrotorflansch so drehen, dass die Heckrotorwelle, von hinten gesehen, im rechten Winkel zur Hauptrotorwelle steht. Mit der Inbusschraube M3x12 im Anschlussflansch wird das ausgerichtete Rohr festgeklemmt. Es ist zweckmässig, zum Festziehen der Klemmschraube das Heckrohr senkrecht nach oben zu halten.
Hinteren Flansch 1292.6 so verschieben, dass die Streben 4445.8 gemäss Abbildung mit einer Inbusschraube M3x30 und einer M3 STOP-Mutter daran befestigt werden können.
Mechanik flach auf eine ebene Tischplatte stellen und den Abstützflansch so verschieben, dass sich zwischen der Unterkante des Heckrotorflansches 1292.7 und der Tischplatte ein Abstand von ca. 170 mm einstellt; Flansch in dieser Stellung gut festklemmen, dann Heckrotorflansch 1292.7, Abstützflansch 1292.6 und Anschlussflansch 1292.5 mit dem Heckrohr verbohren (Ø 1,5mm) und mit Blechschrauben 2,2x6,5 gegen Verdrehen/Verschieben sichern.

7.7 Leitwerke *(Beutel SR-3)*

Seitenleitwerk 1292.4 mit Blechschrauben 2,9x13 an den Heckrotorflansch anschrauben, Höhenleitwerk mit Schelle und Drahtführung mit Blechschrauben 2,9x19 auf dem Heckrohr befestigen. Höhenleitwerk rechtwinklig zum Seitenleitwerk ausrichten und den Abstand zwischen der Höhenleitwerks-Klemmschelle und dem Heckrotorflansch auf 200 mm einstellen. Schrauben festziehen.

8. Kufenlandegestell montieren *(Beutel SR-4)*

Die Kufenrohre 4447.7 werden durch die Kufenbügel 4447.6 gesteckt und ein Befestigungslochabstand von 207 mm durch Verschieben der Bügel eingestellt.



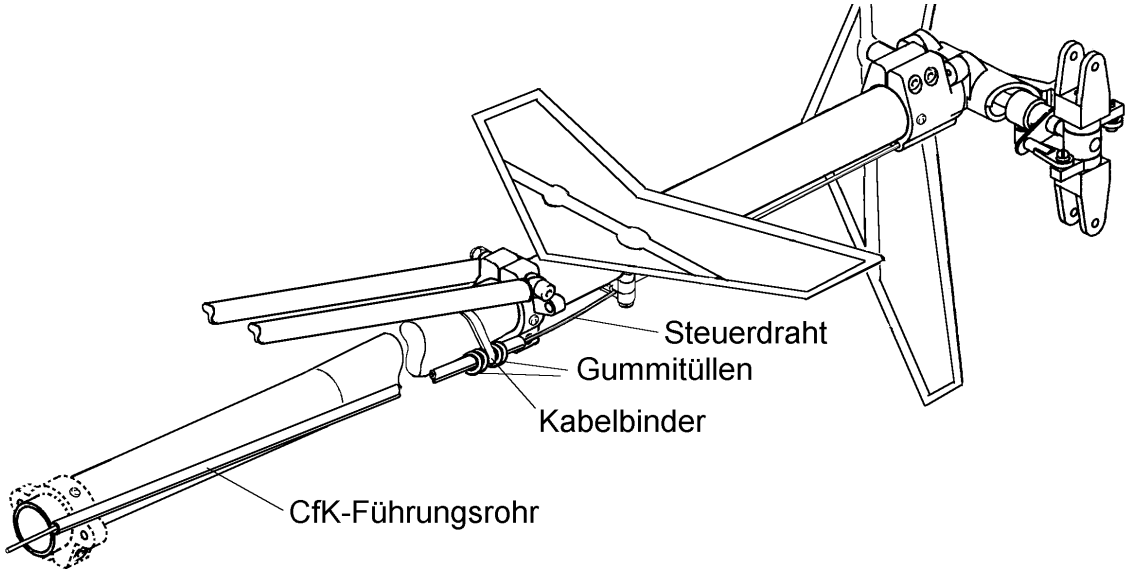
Das Kufenlandegestell kann nun mit zwei M3x16 Inbusschrauben hinten und mit zwei M3x20 Inbusschrauben vorn befestigt werden; vorn wird jeweils eine Distanzbuchse 4451.5 eingefügt. Kufenrohre parallel zueinander und so ausrichten, dass sie jeweils ca. 50mm über die hinteren Kufenbügel überstehen. Von der Innenseite aus werden die Kufen mit Blechschrauben 2,2x6,5 fixiert; dazu zuvor Bohrungen 1,5mm durch Kufenbügel und Kufe anbringen. Endkappen unter Zugabe von Zwei-Komponenten-Kleber in die Kufenrohre eindrücken.

9. Schalldämpfermontage

Expansionsschalldämpfer, wie z.B. Best.-Nr. 1809.33 oder 1871.72, müssen mit einem Druckanschlussnippel versehen sein und werden mit den dem Schalldämpfer beiliegenden Schrauben am Motor befestigt. Keine Dichtung am Flansch verwenden, sondern lediglich Schraubensicherungslack dünn auf die Kontaktflächen auftragen.
Bei Verwendung eines Resonanzschalldämpfers, beispielsweise Best.-Nr. 1783A, wird zunächst der Krümmer 2259 am Motor angeschraubt und durch die runde Öffnung im Mechanikunterbau geführt; auch hier keine Dichtung am Flansch verwenden, sondern dünn Schraubensicherungslack auftragen. Der mit einem Druckanschlussnippel versehene Resonanzschalldämpfer wird dann von hinten durch den Heckspant 4450.18 geführt und mittels Teflonschlauch und Federbandschellen mit dem Krümmer verbunden; zwischen Krümmer und Einlassstutzen des Schalldämpfers ca. 5 mm Abstand einhalten. Den vorderen, zusätzlich montierten Flansch 1292.6 mit dem Schalldämpferhalter so auf dem Heckausleger verschieben und drehen, dass das Endrohr des Schalldämpfers mit dem Halter durch Anziehen der Inbusschraube M3x16 festgeklemmt werden kann; zuvor ein Stück Silikon-Abgasschlauch auf das Endrohr aufschieben.
Bei allen Schalldämpfervarianten wird der Druckanschlussnippel des Schalldämpfers mit einem Stück Silikonschlauch mit dem Belüftungsnippel oben aus dem Tank verbunden.

10. Heckrotorsteuerung *(Beutel SR-5)*

Zum Einhängen des Heckanlenkungsdrahtes 4451.3 wird die Schraube des Heckrotor-Umlenkhebels 4618.60 gelöst und der Heckanlenkungsdraht mit der nicht angewinkelten Seite nach vorn durch die Führungsbohrungen von Heckgetriebeflansch und Höhenleitwerksschelle geschoben. Sollte der Anlenkungsdraht bereits im Heckgetriebeflansch schwergängig laufen, so ist zuvor die Bohrung im Flansch mit einem Spiralbohrer 2...2,5mm Ø nachzubohren. Nach dem Einhängen des Steuerdrahtes in die äusserste Bohrung des Umlenkhebels die Schraube wieder anziehen.
Auf das CfK-Führungsrohr werden hinten zwei Gummitüllen ca. 20 mm weit aufgeschoben, mit einem Abstand von ca. 3 mm zu einander. Das Führungsrohr wird dann von vorn so weit auf den Steuerdraht aufgeschoben, dass es hinten auf dem Abstützflansch 1292.6 aufliegt und in dieser Lage mit einem Kabelbinder (zwischen den Gummitüllen, um das Heckrohr herum) befestigt.

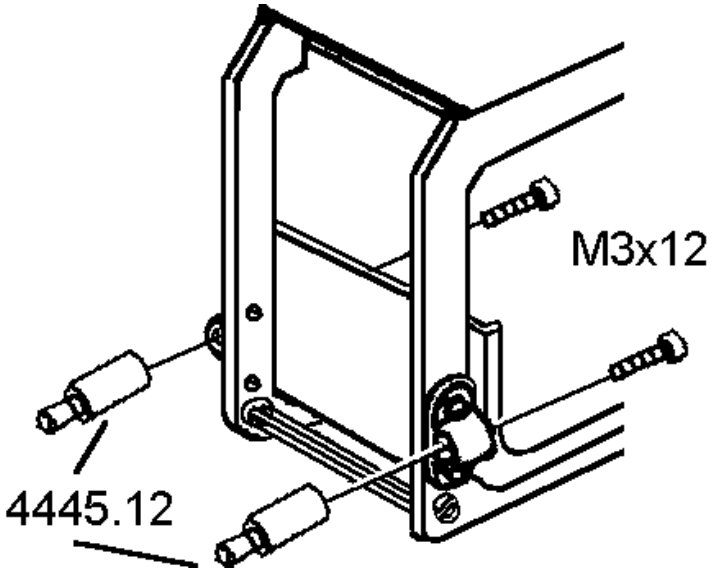


Das vordere Ende des Führungsrohres wird *nicht* gegen den Heckausleger abgestützt, sondern "schwimmt" frei auf dem Steuerdraht; daher soll es nicht weiter als unbedingt nötig gekürzt werden, sondern so dicht wie möglich an das Servo heranreichen.
Vorn wird die Verbindung vom Steuerdraht zum Heckrotorservo über eine aufgelötete Gewindehülse mit aufgeschraubtem Gabelkopf hergestellt. Der Anlenkungsdraht ist vor dem Einlöten in die Gewindehülse so zu kürzen, dass bei Pitchmittelstellung der Servohebel des Heckrotorservos senkrecht nach unten zeigt und der Umlenkhebel am Heckrotor rechtwinklig zum Heckauslegerrohr steht.
Alternativ kann der Steuerdraht vorn auch mit einer Abkröpfzange (Best.-Nr. 5732) Z-förmig abgewinkelt werden, wobei allerdings die Position zuvor besonders exakt ermittelt werden muss, weil es bei dieser Anordnung keinerlei nachträgliche Einstellmöglichkeiten gibt. Diese Alternative ist daher dem geübten Modellflieger vorbehalten; der Vorteil liegt darin, dass so das Führungsrohr besonders dicht an das Servo herangeführt werden kann, weil der sonst durch Gabelkopf und Löthülse bedingte Abstand entfällt.

11. Kabine *(Beutel SR-6)*

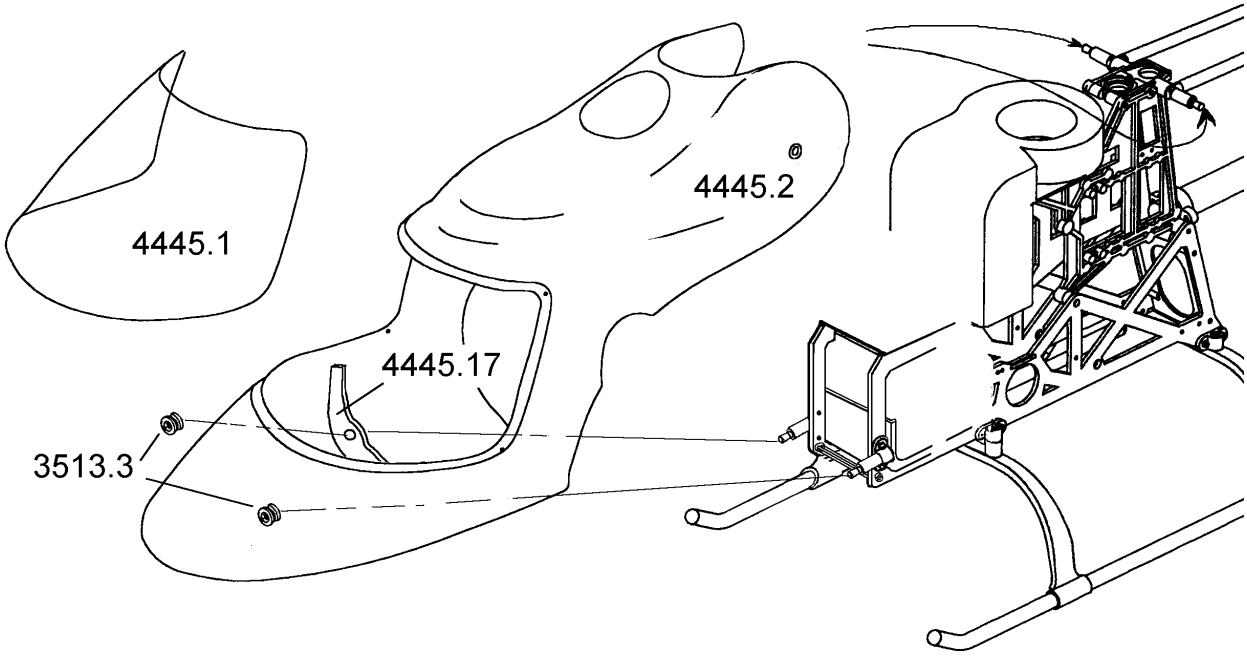
11.1 Vordere Kabinenhalterung montieren

An den beiden Schellen vorn am Unterbau werden die vorderen Kabinenbolzen mit je einer von hinten eingedrehten Inbusschraube M3x12 montiert.



11.2 Anbringen der Kabine

In die entsprechendenden Bohrungen in Spant 4445.17 zwei Gummitüllen 3515.3 einsetzen und ggf. mit einem Tropfen Sekundenkleber einseitig sichern. Spant dann mit der Wölbung nach unten auf die vorn an der Mechanik montierten Bolzen aufstecken, so dass dieses ganz in die Gummitüllen eingedrückt sind.
In die bereits angebrachten Bohrungen (Ø 7 mm) in der Kabine zwei Gummitüllen einsetzen. Kabine von vorn auf die Mechanik aufschieben; sie wird dann durch die zwei Haltebolzen oben seitlich gehalten, welche in diese Gummitüllen greifen.
Kabine vorn hochdrücken, so dass der auf der Mechanik aufgesteckte Spant unten in der Kabine aufliegt. Auf der linken Seite die Seitenschale im Bereich des Auspuffkrümmers so weit ausschneiden, dass ein Abstand von mindestens 5mm zwischen Kabine und Auspuffanlage eingehalten wird, dann Spant und Kabine in dieser Position miteinander verkleben (Stabilit express). Nach dem Aushärten des Klebstoffs muss sich die Kabine leicht demontieren lassen, indem sie zunächst von den hinteren Befestigungsbolzen nach beiden Seiten abgezogen und dann nach vorn geschoben wird; ebenso leicht muss sie sich in umgekehrter Reihenfolge wieder montieren lassen.

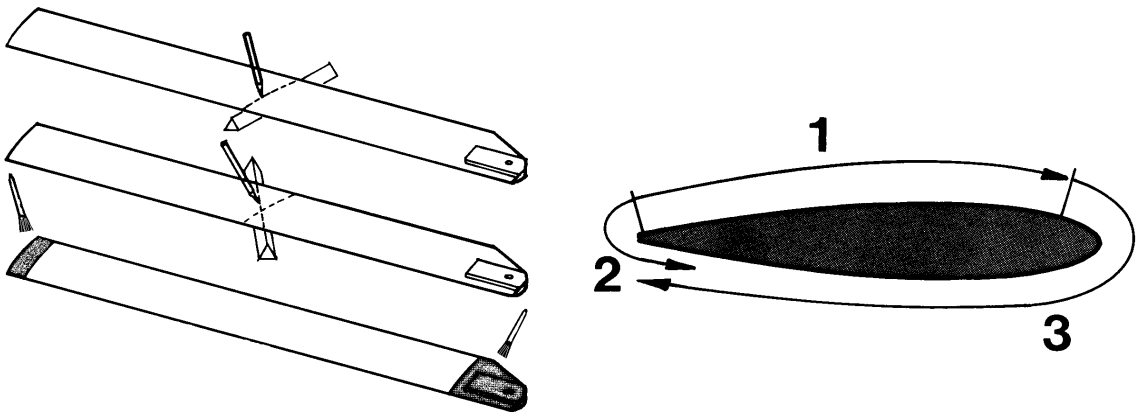


Die transparente Kabinenhaube 4445.1 wird mit Klebeband am Rumpf fixiert und dann mit vier Blechschrauben 2,2x6,5mm oder vorsichtig mit Sekundenkleber bzw. Stabilit express befestigt.

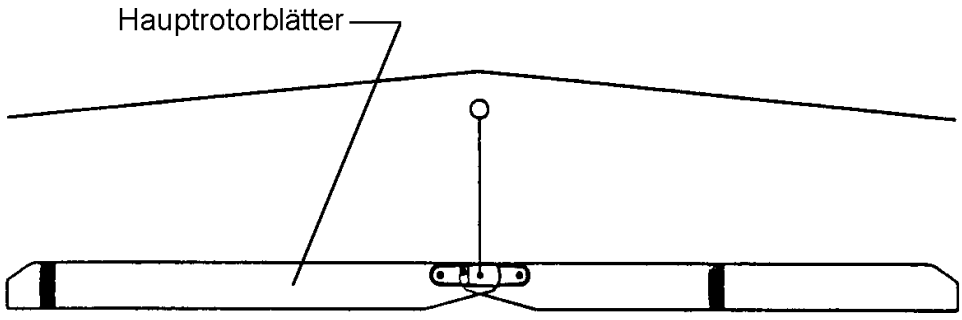
Die Empfangsantenne wird an der Mechanik entlang so bis hinter den vorderen Kufenbügel geführt, dass die Kabine problemlos abgenommen werden kann, ohne mit der Antenne in Konflikt zu geraten. Das Kunststoff-Antennenführungsrohr wird durch die beiden Ösen innen an den Kufenbügeln gesteckt und mit kurzen, aufgeschobenen Stücken Kraftstoffschlauch gegen Herausrutschen gesichert. Die Antennenlitze wird dann am Kufenbügel entlang geführt, von vorn in das Führungsrohr eingeschoben und hinten aus dem Rohr heraushängen gelassen.

12. Hauptrotorblätter

Die Rotorblattbuchsen 4607.164 werden in die Bohrungen der Rotorblätter mit Zweikomponentenkleber eingeklebt, soweit das nicht schon im Lieferumfang erfolgt ist.
Nach dem Aushärten des Klebers wird das gesamte Blatt mit feinem Schleifpapier, Best.-Nr. 700.1 oder 700.2 geglättet.
Im Idealfall ist nicht nur das Gewicht, sondern auch die Lage des Blattschwerpunktes bei beiden Blättern gleich. Das kann man überprüfen, indem man, wie in der Zeichnung gezeigt, die Blätter über einem Dreikant ausbalanciert. Lage jeweils anzeichnen. Der Schnittpunkt der Linien entspricht dem Schwerpunkt.
In der Praxis wird sich dieser Idealfall allerdings nur selten ergeben oder mit vertretbarem Aufwand erreichen lassen, doch ist das bei bei den aktuellen Hubschraubermodellen auch nicht so wichtig; entscheidend ist, dass die beiden Blätter, am Rotorkopf montiert, die gleichen Momente besitzen. Daher können die Blätter durchaus unterschiedliche Gewichte aufweisen, wenn dafür auch der Blattschwerpunkt unterschiedlich weit aussen liegt; das Auswiegen wird im nächsten Abschnitt beschrieben
Die Rotorblätter mit SPANNFIX IMMUN, Best.-Nr. 1408 an den Anschlussstellen, im Aufleimerbereich (ca. 70 mm breit) und aussen farbig lackieren (ca. 20 mm breit). Die Folienbespannung wird nach dem in der Zeichnung gezeigten Schema aufgebracht; erst Oberseite, dann Hinterkante, dann Unterseite. Die Folie muss faltenfrei anliegen!



12.1 Auswiegen der Rotorblätter



Hauptrotorblätter, wie abgebildet, miteinander verschrauben und an einem Faden aufhängen.
Zum Auswiegen Klebeband am Ende des leichteren Blattes anbringen.
Sorgfältig auswiegen, um einem vibrationsarmen Lauf des Hauptrotors zu erreichen!

13. Einstellarbeiten

13.1 Einstellen der zyklischen Steuerung

Die Grundeinstellung von Roll-und Nicksteuerung sollte bereits korrekt sein, wenn die Gestänge gemäss Anleitung montiert wurden. Da die Einhängepunkte der Gestänge an den Servohebeln vorgegeben sind, werden die Einstellungen der Servowege später über die elektronischen Einstelloptionen am Sender vorgenommen. Dabei darauf achten, dass der Servoweg nicht zu gross eingestellt wird und auch bei Endstellung des Steuerknüppels für Roll- und Nicksteuerung die Taumelscheibe nicht an der Hauptrotorwelle anschlägt, wodurch sie durch die Pitchsteuerung nicht mehr leichtgängig axial bewegt werden könnte.

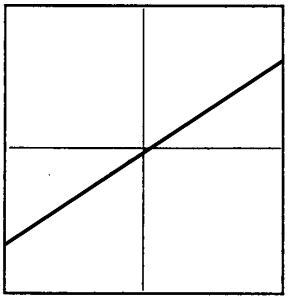
13.2 Hauptrotor-Pitcheinstellung

Die Pitcheinstellwerte werden mit einer Einstellwinkellehre (Sonderzubehör, nicht im Bausatz enthalten) gemessen. Die folgenden Tabelle enthält Anhaltswerte; die tatsächlich erforderlichen Werte hängen von den verwendeten Rotorblättern und vom Modell ab.

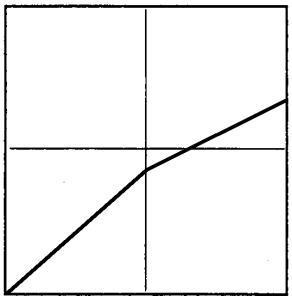
	Minimum	Schwebeflug	Maximum
Schwebeflug und Training	-2°	5,5°...6°	12°
Kunstflug	-4°	5°... 5,5°	8°... 9°
Autorotation	-4°	5,5°	13°

Die Pitcheinstellungen werden am besten im Sender vorgenommen wie folgt:

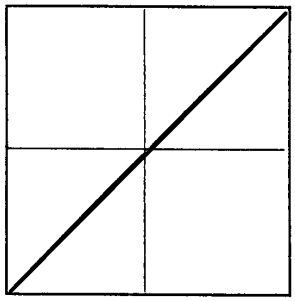
1. Schwebeflug-Pitch messen und korrekt einstellen
2. Pitch-Maximum und -Minimum messen und über die Pitchkurveneinstellung des Senders justieren gemäss den nachfolgenden Diagrammen



Schwebeflug und Training (linear)



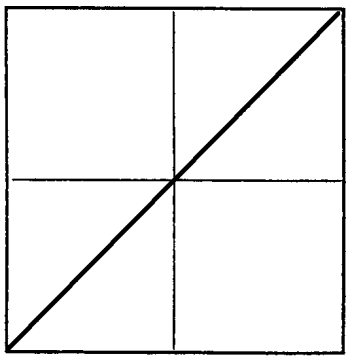
Kunstflug



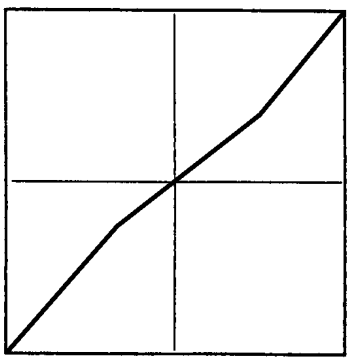
Autorotation

13.3 Einstellen der Vergaserbetätigung

Die nachfolgenden Diagramme zeigen mögliche Vergaser-Steuerkurven:



linear

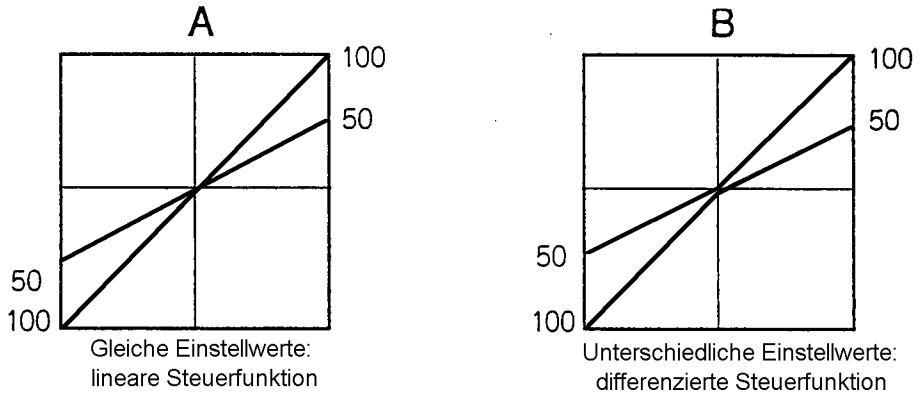


schwebeflug-optimiert

- Die schwebeflugoptimierte Gaskurve ergibt weiche Steuerreaktionen im Schwebeflugbereich.
- Die oben angegebenen Werte hängen stark ab vom verwendeten Motor, Kraftstoff, Schalldämpfer usw.; sie müssen daher durch praktische Versuche angepasst werden.

Wenn alle Gestängeverbindungen gemäss den vorausgegangenen Bauabschnitten hergestellt worden sind, können die nachfolgenden Einstellungen am Sender vorgenommen werden:

1. **Servolaufrichtungen**
   Den Drehsinn aller Servos entsprechend den Angaben in der Anleitung einstellen. Besondere Aufmerksamkeit dabei auf das Gasservo richten!
2. **Dual-Rate**
   Für Roll-, Nick- und Heckrotorsteuerung können umschaltbare Ausschlaggrössen eingestellt werden. Als Grundeinstellung hierfür wird die Umschaltung jeweils von 100% auf 75% empfohlen.
3. **Exponentialfunktion**
   In der Grundeinstellung auf linearer Steuerkennlinie belassen.
4. **Servoweg-Mittenverstellung**
   Keine Einstellungen zu diesem Zeitpunkt vornehmen. Kleinere Korrekturen können damit später durchgeführt werden.
5. **Servoweg-Einstellung**
   Hiermit können die maximalen Servowege eingestellt werden, wobei darauf zu achten ist, dass die Einstellungen nach beiden Richtungen auf die gleichen Werte eingestellt werden; andernfalls ergibt sich eine unerwünschte Differenzierung der Ausschläge:



Gleiche Einstellwerte: lineare Steuerfunktion

Unterschiedliche Einstellwerte: differenzierte Steuerfunktion

Bei Gas- und Taumelscheibenservos (Pitchfunktion) sollte darauf geachtet werden, dass die Einstellung des Servoweges symmetrisch mit gleichen Werten für beide Richtungen erfolgt, wobei das Gasservo den vollen Vergaserweg von der vollständig geschlossenen Stellung (Motor aus) bis Vollgas steuern kann, ohne dass es durch mechanische Anschläge blockiert wird. Die Pitchfunktion der Taumelscheibenservos sollte einen Blattteinstellwinkelbereich von -5° bis +13° ansteuern, ebenfalls bei symmetrischen Ausschlägen; ggf. müssen die Servo-Steuerhebel gelöst und um einen Zahn versetzt wieder festgeschraubt werden.

Bei der jetzt durchgeführten Grundeinstellung ergibt sich für die Mittelstellung des Gas-/Pitchsteuerknüppels (Schwebeflugpunkt) ein Pitchwert von ca. 5,5°, wobei der Vergaser halb geöffnet ist.

Hinweis:
Pitch- und Gaskurven werden später entsprechend den praktischen Anforderungen eingestellt. Wenn jedoch schon in der Grundeinstellung differenzierte Ausschläge, wie in Abb.“B“ oben gezeigt, eingestellt werden, erschwert das diese späteren Abstimmungen!

6. **Pitch- und Gaskurve**
   Diese Einstellungen sind von elementarer Wichtigkeit für die Flugleistung eines Hubschraubers. Ziel dieser Abstimmung ist es, dass sowohl im Steig- als auch im Sinkflug die Rotordrehzahl konstant bleibt, unabhängig von der Belastung. Das stellt dann eine stabile Basis dar für die weiteren Abstimmungen, z.B. des Drehmomentausgleichs usw. (siehe auch weiter vorn, Pitch- und Gaskurven).
7. **Statischer Drehmomentausgleich**
   Zum Ausgleich der Drehmomentänderungen bei Betätigung der Pitchsteuerung wird das Heckrotorservo über einen Mischer im Sender mit der Pitchfunktion gekoppelt. Der Mischanteil kann bei den meisten Sendern für Steig- und Sinkflug separat eingestellt werden. Empfohlenen Werte für die Grundeinstellung: Steigflug: 35%, Sinkflug: 15%

8. Kreiseleinstellung

Kreiselsysteme dämpfen unerwünschte Drehungen um die senkrechte (Hoch-) Achse des Hubschraubers, indem sie diese selbständig erkennen und entsprechend in die Heckrotorsteuerung eingreifen. Dazu wird die Kreiselelektronik zwischen Heckrotorservo und Empfänger geschaltet; manche Kreiselsysteme gestatten zudem ein Einstellen oder Umschalten von zwei Werten der Kreiselwirkung vom Sender aus über einen zusätzlichen Kanal. Dieser Kanal wird, je nach verwendetem Kreiselsystem, über einen Proportionalgeber (Schiebe- oder Drehregler) oder einen Schalter betätigt.

Bei Kreiselsystemen, die eine Einstellbox mit zwei Einstellreglern besitzen für zwei feste Einstellungen, zwischen denen vom Sender aus umgeschaltet werden kann, stellt man in der Grundeinstellung den einen Regler ungefähr auf Mittelposition (50%), den anderen Regler auf 25%. Ermöglicht es das Kreiselsystem, zwischen den beiden eingestellten Werten stufenlos mit einem Poportionalgeber umzublenden, so stellt man den einen Regler auf "0“, den anderen auf ca.80%.

Bei Kreiselsystemen, die in ihrer Wirkung nicht vom Sender aus beeinflusst werden können, sondern nur einen einzelnen Einstellregler an der Kreiselelektronik selbst besitzen, wird dieser Einstellregler zunächst auf 50% Wirkung eingestellt.

Darauf achten, dass die Wirkungsrichtung des Kreisels korrekt ist, er also auf eine Bewegung des Heckauslegers mit einem Heckrotor-Steuerausschlag in die entgegengesetzte Richtung reagiert. Ist das nicht der Fall, so wird jede Drehung des Modells durch den Kreisel noch verstärkt! Zur Einstellung der Wirkungsrichtung ist bei den meisten Kreiselsystemen ein Umschalter vorhanden, der in die entsprechende Stellung gebracht werden muss; manche Systeme besitzen keinen derartigen Schalter, sie sind ggf. auf dem Kopf stehend zu montieren.

Bei allen Kreiselsystemen kann die optimale Einstellung erst im Flug ermittelt werden, da hierauf unterschiedliche Faktoren einwirken.
Ziel der Einstellung ist es, eine möglichst hohe Stabilisierung durch den Kreisel zu erreichen, ohne dass es durch eine zu hohe Einstellung der Kreiselwirkung zu einem Aufschwingen (Pendelbewegungen des Heckauslegers) des Modells kommt.

Besondere Hinweise für den Einsatz der Piezo-Kreiselsysteme Graupner/JR „PIEZO 900...5000“ in Verbindung mit einer Computer-Fernsteuerung (z.B. mc-12...mc-24)

Die Konstruktion dieser Kreiselsysteme macht ein vom zuvor Beschriebenen abweichendes Vorgehen exakt gemäss dem nachfolgenden Schema erforderlich:

1. Servoweg für den Heckrotorkanal im Sender auf +/- 100% einstellen.
2. Eventuell vorhandenen Kreiselmixer („Gyro-Control“), der die Kreiselwirkung bei Betätigen der Heckrotorsteuerung reduziert, unbedingt dauerhaft deaktivieren.
3. Heckrotorgestänge am Heckrotorservo aushängen.
4. Heckrotorsteuerung am Sender betätigen: Ab ungefähr 2/3 des Steuerweges muss das Servo beidseitig stehen bleiben, auch wenn der Steuerknüppel weiter bewegt wird (Begrenzereinsatz).
5. Heckrotor-Steuergestänge so am Servo einhängen, dass der mechanische Endanschlag des Heckrotors beidseitig mit dem Begrenzereinsatz übereinstimmt (Servo darf gerade nicht durch die mechanische Endstellung blockiert werden).
   Diese Einstellung unbedingt mechanisch, also durch Ändern des Einhängepunktes und Verändern der Gestängelänge vornehmen, nicht elektronisch mit den Einstelloptionen im Sender!!!
6. Schwebeflugposition des Heckrotors bei Mittelstellung des Pitch-Steuerknüppels jetzt ggf. korrigieren über die Servoweg-Mittenverstellung im Sender
7. Die Kreiselwirkung wird ausschliesslich über den Zusatzkanal mit einem Proportionalgeber eingestellt zwischen „0“ und maximaler Wirkung; bei Bedarf kann die Maximalwirkung über die Wegeinstellung des Zusatzkanals bzw. die Gebereinstellung bei Sender mc-22 u. mc-24 reduziert werden, um einen feinfühligen Einstellbereich für die Kreiselwirkung zu erhalten.
8. Falls die Heckrotorsteuerung „weicher“ eingestellt werden soll, dieses ausschliesslich über die Exponential-Steuerfunktion vornehmen, keinesfalls den Servoweg (+/- 100%!) wieder reduzieren!

14. Endkontrolle vor dem Erstflug

Wenn der Zusammenbau des Modells abgeschlossen ist, sollten die folgenden Überprüfungen vor dem Erstflug durchgeführt werden:

- Gehen Sie dieses Handbuch noch einmal durch und stellen Sie sicher, dass alle Aufbauschritte korrekt durchgeführt wurden.
- Stellen Sie sicher, dass alle Schrauben in den Kugelgelenken und den Lagerböcken nach Einstellen des Getriebe-Zahnflankenspiels richtig festgezogen sind.
- Können sich alle Servos frei bewegen, ohne mechanisch anzulaufen? Stimmen alle Drehrichtungen? Sind die Befestigungsschrauben der Servo-Steuerhebel festgezogen?
- Überprüfen Sie die Wirkungsrichtung des Kreiselsystems
- Stellen Sie sicher, dass Sender- und Empfängerakkus voll geladen sind. Zur Kontrolle des Empfängerakkus ist der Einsatz eines Spannungs-Überwachungsmoduls (z.B. Best.-Nr. 3138) empfehlenswert.

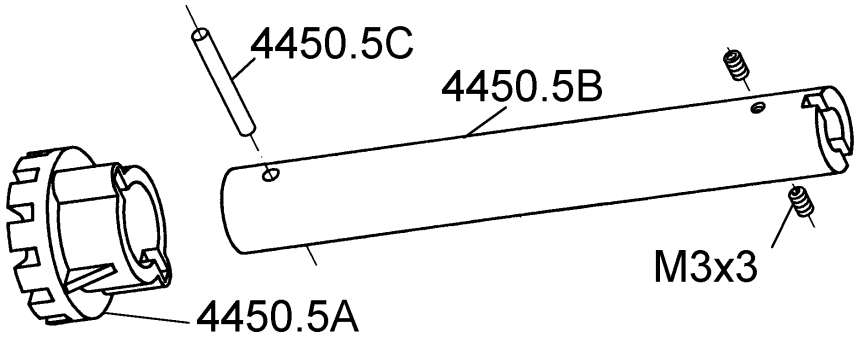
Erst wenn alles, wie oben beschrieben, überprüft wurde, kann der Motor angelassen und der erste Startversuch durchgeführt werden.
Bedenken Sie, dass das Laufverhalten des Motor in hohem Masse abhängig ist vom verwendeten Kraftstoff, von der Glühkerze, von der Höhe über dem Meeresspiegel und von den Witterungsbedingungen.
Beachten Sie auch die Hinweise zur Motoreinstellung.

Wartung

Hubschrauber, ob gross oder klein, stellen hohe Ansprüche an die Wartung. Auftretende Vibrationen schnellstmöglich beseitigen oder verringern! Rotierende Teile, wichtige Schraubverbindungen, Gestänge, Anlenkungspunkte sind vor jedem Flug zu überprüfen. Falls Reparaturen erforderlich werden, sind nur Original-Ersatzteile zu verwenden. Beschädigte Rotorblätter keinesfalls reparieren, sondern durch neue ersetzen.

Montage des Starteradapters

Der mit der Mechanik gelieferte Starteradapter besteht aus drei Teilen und wird gemäss Abbildung zusammengesetzt: Zunächst Stift 4450.5C durch die Verlängerung 4450.5B stecken, dann Kunststoffadapter 4450.5A so aufschieben, dass der Stift in den Nut des Adapters einrastet.
Zur Befestigung des Starteradapters auf dem Elektrostarter wird von diesem zunächst der Halter für den Gummieinsatz abmontiert. Der Starteradapter wird dann soweit auf die Starterwelle aufgeschoben, dass der Querstift in der Welle in den Nut des Adapters einrastet und mit den beiden Stiftschrauben fixiert.
Sicherstellen, dass der Adapter „rund“ läuft, also keinen Schlag aufweist!



Zum Anlassen des Motor Rotorkopf so drehen, dass der Starteradapter senkrecht in das Lüfterrad eingeführt werden kann. Dabei beachten:

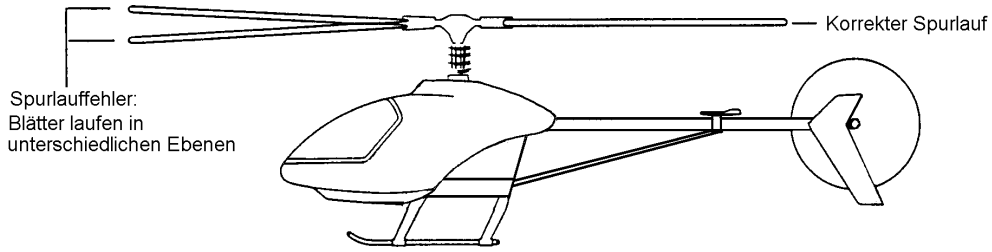
- **Elektrostarter erst dann einschalten, wenn sichergestellt ist, dass die Verzahnungen von Lüfterrad und Adapter richtig ineinander greifen.**
- **Vor dem Abziehen (nachdem der Motor angesprungen ist) Starter ausschalten.**

15. Einstellungen beim Erstflug

15.1 Spurlaufeinstellung

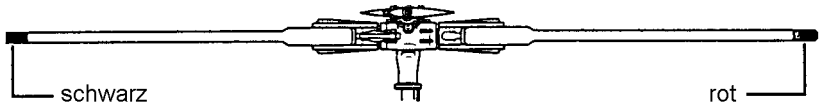
„Spurlaufeinstellung“ beschreibt einen Einstellvorgang, bei dem die Einstellwinkel der Hauptrotorblätter auf genau die gleichen Werte gebracht werden, so dass die Blätter im Betrieb exakt in der selben Ebene laufen.

Ein nicht korrekter Spurlauf, bei dem die Blätter in unterschiedlichen Ebenen laufen, hat starke Vibrationen des Modells im Fluge zur Folge.

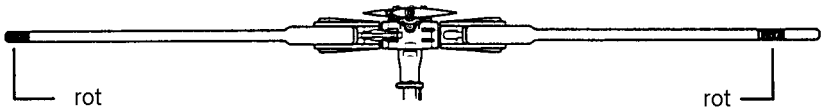


Bei der Spurlaufeinstellung mindestens 5 Meter Sicherheitsabstand zum Modell halten!

Bei der Spurlaufeinstellung muss erkannt werden, welches Blatt höher und welches tiefer läuft. Dazu werden die Blätter mit farbigem Klebeband markiert:



A



B

Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten. Abb.“A“ zeigt die Verwendung von unterschiedlichen Farben an den beiden Blättern; in Abb.“B“ wird die gleiche Farbe verwendet, doch wird das Klebeband in unterschiedlichem Abstand vom Blattende angebracht.

Vorgehensweise bei der Spurlaufeinstellung:

1. Wenn der Hubschrauber kurz vor dem Abheben ist, genau seitlich in die Rotorebene sehen.

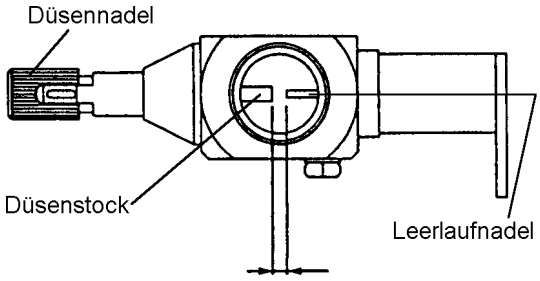
2. Wenn die Rotorblätter in der selben Ebene laufen, ist keine Einstellung erforderlich; wenn jedoch ein Blatt höher als das andere läuft, muss die Einstellung korrigiert werden.

3. Die Einstellung erfolgt durch Verdrehen der Kugelgelenke an beiden Enden der Gestänge zwischen Taumelscheibe und Mischhebeln: Gelenke herausdrehen, um das Blatt höher laufen zu lassen, hineindrehen, um es tiefer einzustellen.

15.2 Motor - Einstellhinweise

Für die Motoreinstellung vor allem die dem Motor beiliegende Anleitung beachten!

Die korrekte Abstimmung von Pitch und Gas im Schwebeflug ist von entscheidender Bedeutung für Flugverhalten und -leistung des Modells. Ein zu hoher Anstellwinkel der Rotorblätter beispielsweise führt dazu, dass der Motor nicht die vorgesehene Drehzahl erreicht und irrtümlich als zu schwach eingeschätzt wird, zumal er dabei sehr heiss wird und so zusätzlich an Leistung verliert. Daher zunächst den Schwebeflugpitchwert, wie zuvor beschrieben, exakt einstellen, dann die Motoreinstellung daran anpassen.
Obgleich bei Auslieferung die Vergaser der Motoren meist voreingestellt sind, kann die korrekte Einstellung der Düsennadeln nur im praktischen Betrieb vorgenommen werden. Bei den meist verwendeten Zweinadelvergasern ist als Ausgangseinstellung der Leerlauf- und Teillast-Düsennadel diese so weit hineinzudrehen, dass sie bei halb geschlossenem Vergaser gerade in den gegenüberliegenden Düsenstock eintaucht



Beispiel eines typischen Zweinadelvergasers
Für den ersten Start die Düsennadel 1 ½ bis 2 Umdrehungen öffnen, die Glühkerze mit dem Glühakku verbinden und den Motor anlassen, indem der Adapter des Elektrostarters in die Verzahnung des Lüfterrades eingeführt und der Starter eingeschaltet wird.

Achtung! Wenn der Motor angspringt, sofort den Elektrostarter aus der Verzahnung des Lüfterrades ziehen. Andernfalls kann das Modell beschädigt werden!

Wenn der Motor läuft, langsam Gas/Pitch erhöhen. Sollte das Modell durch eine zu „fette“ Düsennadeleinstellung nicht abheben, Düsennadel in kleinen Schritten hineindrehen. Für die Motoreinstellung im Schwebeflug die Leerlaufnadel benutzen, die auch für die Teillasteinstellung zuständig ist. Beachten, dass die hiermit vorgenommene Einstellung auch von der Düsennadeleinstellung beeinflusst wird. Leerlaufnadel vorsichtig in kleinen Schritten hineindrehen, bis der Motor im Schwebeflug „rund“ läuft (ohne Aussetzer durch zu fettes Gemisch). Sollte die Drehzahl dann zu niedrig sein, Schwebeflug-Gaseinstellung im Sender erhöhen. Motor mit der Leerlaufnadel keinesfalls zu „mager“ stellen, um die Schwebeflugdrehzahl zu erhöhen.
Die endgültige Düsennadeleinstellung kann nur im Kraftflug bei „Voll Pitch“ erfolgen, daher muss man sich zunächst langsam an die Einstellung „herantasten“.

Im Zweifelsfall eher etwas zu „fett“ einstellen und zunächst auch in einer deutlich fetten Einstellung die ersten Schwebeflüge durchführen.

16. Allgemeine Vorsichtsmassnahmen

- Eine Haftpflichtversicherung abschliessen.
- Nach Möglichkeit Mitglied in einem Modellflugverein und -verband werden.

Auf dem Flugfeld:

- Mit Modellen keine Zuschauer überfliegen.
- Modelle nicht in der Nähe von Gebäuden oder Fahrzeugen betreiben.
- Mit Modellen keine Landarbeiter im Gelände überfliegen.
- Modelle nicht in der Nähe von Eisenbahnlinien, Hauptverkehrsstrassen oder Freileitungen betreiben.

Vor- und während der Flüge:

- Vor Einschalten des Senders sicherstellen, dass nicht bereits ein anderer Modellflieger die selbe Frequenz benutzt.
- Reichweitentest mit der Fernsteuerung durchführen.
- Prüfen, ob Sender- und Empfängerakku voll geladen sind.
- Bei laufendem Motor darauf achten, nicht mit der Kleidung am Gas-Steuerknüppel hängen zu bleiben.
- Modell nicht ausser Sichtweite geraten lassen.
- Auf ausreichende Kraftstoffreserve im Tank achten: Der Tank darf nicht leergeflogen werden.

Kontrollen nach dem Flugbetrieb

- Das Modell von Ölresten und Schmutz reinigen. Dabei auf festen Sitz aller Schrauben achten, ggf. nachziehen.
- Verschlissene und beschädigte Teile rechtzeitig ersetzen.
- Sicherstellen, dass die Elektronikkomponenten wie Akku, Empfänger, Kreisel usw. noch sicher befestigt sind (Befestigungsgummiringe altern und reissen dann!).
- Empfangsantenne überprüfen. Kabelbrüche im Inneren der Litze sind oft von aussen nicht direkt sichtbar!
- Nach Bodenberührung des laufenden Hauptrotors Rotorblätter austauschen, da Brüche im Inneren oft von aussen nicht erkennbar sind.
- Modell nicht am Heckausleger tragen: Beim festen Zugreifen wird leicht das Heckrotor-Steuergestänge verbogen.

17. Einige Grundbegriffe des Hubschrauberfliegens

Die Bezeichnung Drehflügler sagt bereits, dass die auftriebserzeugenden Tragflächen sich beim Hubschrauber drehen; daraus ergibt sich unter anderem, dass beim Hubschrauber keine Mindestgeschwindigkeit erforderlich ist, er also in der Luft stehen kann.

Zyklische Rotorblattverstellung
Die zyklische Blattverstellung dient der Richtungssteuerung um die Quer- und Längsachse. Ein Steuerkommando bewirkt an jedem Umlaufkreispunkt eine andere Blatteinstellung. Die Neigung der Taumelscheibe ergibt bei dem vorliegenden System die Flugrichtung.

Kollektive Rotorblattverstellung (Pitch)
Sie dient der Steuerung in Richtung der Hochachse, also zum Heben und Senken. Beide Rotorblätter werden gleichzeitig um den gleichen Betrag in ihrer Anstellung verändert.

Drehmomentausgleich
Der drehende Rotor erzeugt ein Moment, das versucht, den ganzen Hubschrauber in entgegengesetzter Richtung zu drehen. Dies muss genau ausgeglichen werden, was durch Blattverstellung des Heckrotors geschieht. Mit dem Heckrotor wird gleichzeitig die Richtung um die Hochachse gesteuert.

Schwebeflug
Dies ist der Zustand, in dem der Helikopter, ohne sich nach einer Richtung zu bewegen, an einer Stelle verharrend fliegt.

Bodeneffekt
Dieser tritt vom Boden aus abnehmend bis in eine Höhe auf, die etwa 1 - 1 1/2 Rotordurchmesser entspricht. Er kommt dadurch zustande, dass der sich drehende, normalerweise frei abfliessende Rotorluftstrahl auf ein Hindernis (dem Boden) auftrifft und ein "Luftpolster" bildet. Im Bodeneffekt kann ein Hubschrauber mehr Gewicht hochheben, dagegen nimmt die Lagestabilität ab, so dass er um so mehr nach irgendeiner Seite "ausbrechen" möchte.

Steigflug
Die überschüssige Kraft, die nicht zum Schwebeflug benötigt wird, kann zum Steigflug ausgenützt werden. Dabei benötigt der senkrechte Steigflug mehr Energie, als der schräge mit Vorwärtsbewegung. Aus diesem Grund ist bei gleicher Motorleistung beim schrägen Steigflug schnelleres Steigen möglich.

Horizontalflug
Beim Horizontalflug mit etwa halber Höchstgeschwindigkeit benötigt ein Hubschrauber seine geringste Antriebsleistung. Wurde er beim Schwebeflug exakt ausgetrimmt, dann ergibt sich beim Vorwärtsflug eine Kurve. Dies ergibt sich aus folgender Tatsache: Auf der nach vorn drehenden Rotorseite ergibt sich durch die zusätzliche Windanströmgeschwindigkeit ein höherer Auftrieb, als er auf der nach hinten drehenden Rotorseite, wo diese Anströmgeschwindigkeit abgezogen werden muss. Somit ergibt sich eine Seitenneigung des Hubschraubers.

Sinkflug
Ist die Rotordrehzahl des Hubschraubers relativ gering und erfolgt der senkrechte Abstieg eines Hubschraubers zu schnell, dann strömt nicht mehr genügend Luft durch den Rotor, es bildet sich das sogenannte "Wirbelringstadium" und die Strömung am Blattprofil reisst ab. Dieser unkontrollierte Zustand kann zum Absturz führen. Ein schnelles Sinken ist deshalb nur mit entsprechender Vorwärtsbewegung oder schnell drehendem Rotor möglich. Aus demselben Grund ist beim Wenden des Hubschraubers vom Flug gegen den Wind zum Flug mit dem Wind Vorsicht geboten.

Schlagbewegung der Rotorblätter
Damit sich die Rotorebene beim Vorwärtsflug nicht so stark neigt, baut man in den Rotorkopf das sogenannte Schlaggelenk ein. Das schneller angeströmte Blatt kann nach oben, das langsamer angeströmte geringfügig nach unten ausweichen, um so den Auftriebsunterschied zu mindern. Bei Modellen hat sich das für beide Blätter gemeinsame Gelenk bewährt.

Autorotation
Unter Autorotation versteht man den motorlosen Flugzustand, bei dem der Hauptrotor mit negativer Blatteinstellung durch die beim Sinkflug anströmende Luft auf hoher Drehzahl gehalten wird. Die so gespeicherte Drehenergie lässt sich beim Abfangen des Hubschraubers durch Blattverstellung (positiv) in Auftrieb umsetzen. Dies ist natürlich nur einmal möglich. Dadurch ist sowohl ein Original wie auch ein Modellhubschrauber fähig, beim Motorausfall sicher zu landen.

Diese Autorotationslandung stellt jedoch an den Piloten sehr hohe Anforderungen in Bezug auf Schätz- und Reaktionsvermögen; er kann nur einmal den Sinkflug abfangen, und dies darf weder zu früh, noch zu spät erfolgen. Deshalb ist dazu viel Übung erforderlich.

Graupner / heim

Starlet 50

Model helicopter

Order No. 4445 Kit

Order No. 4446 Complete kit including motor and silencer

Warning!

The contents of this kit can be assembled to produce a working model which is by no means a harmless plaything. It is a complex flying machine, and if built incorrectly or handled incompetently or carelessly it can cause serious injury to persons and damage to property.
You alone are responsible for completing the model correctly and operating it safely. Please be sure to read the sheets SHW3 and SHW7 which are supplied in the kit. They include much important safety information, and represent an essential part of these instructions.

GRAUPNER GmbH & Co. KG D-73230 KIRCHHEIM/TECK GERMANY
Liability for printing errors excluded. ID# 52068 5/04
We reserve the right to introduce modifications

Foreword

The STARLET 50 is a model helicopter of open-frame construction for .50-size engines, based on the proven UNI-Expert mechanics. The model is of considerable interest to the beginner as a robust and affordable trainer with unlimited scope for upgrading, but at the same time it will also suit the more advanced heli flyer with aerobatic ambitions, who is looking for a compact model with plenty of power reserves. The motor is started from above through the air intake for the cooling system. The silencer you use depends to a large extent on your individual requirements: a tuned pipe silencer is one choice, but the model can also accommodate a low-cost standard silencer and even a super-silencer, and since the recommended motor provides a generous excess of power this is a perfectly valid option.

With its large-diameter tail rotor the helicopter boasts an excellent tail rotor response, and the tail rotor continues to be driven in auto-rotations. The high chassis together with the curved tail boom provides plenty of tail rotor ground clearance; the tail rotor shaft runs through the boom in a curve and therefore cannot run out of true.

For the beginner the STARLET 50 represents a future-proof investment, as it can be upgraded directly to UNI-EXPERT mechanics or UNI-mechanics 2000 status; the mechanics can even be installed directly in many fuselage kits with the existing motor, i.e. without requiring an upgrade to a .60 engine. The STARLET 50 therefore forms an ideal starting point for a helicopter system which extends from a small beginner's machine to a model suitable for the expert or scale modeller.

The lightweight vacuum-moulded cabin fairing which surrounds the mechanics includes an integral cooling air duct, and is mounted on rubber grommets to provide insulation from vibration; the fairing can also be fitted and removed very easily, providing complete access to the radio control system components and mechanics. The fueltank is mounted in the cabin in a clearly visible location, level with the carburettor, so you can easily check the fuel supply with the model in the air. The long black eloxided tail boom is supported rigidly by two braces, and can easily be replaced in just a few minutes if it should be damaged. It is long enough to provide real flexibility: the beginner can learn to fly using short, low-cost wooden rotor blades with a reflex section, while the expert can install longer symmetrical-section GRP blades for unlimited „3-D" aerobatics.

Specification

Length excl. rotor approx.	1310 mm
Width excl. rotor approx.	240 mm
Height approx.	430 mm
Rotor Ø range	1160 ... 1365 mm
All-up weight min. approx.	3300 g

Warnings

- **The contents of this kit can be assembled to produce a working model helicopter, but the model is by no means a harmless plaything. If built incorrectly or handled incompetently or carelessly it can cause serious injury to persons and damage to property.**
- **When the model helicopter's engine is running, the two rotors are spinning at high speed and contain an enormous quantity of rotational energy. Anything and everything that gets into the rotational plane of the rotors is either damaged or destroyed - and that includes parts of your body. Please take extreme care at all times with this machine.**
- **If any object obstructs the rotational plane of the revolving rotors, the rotor blades will probably be severely damaged as well as the object. Broken parts may fly off and cause enormous imbalance; the whole helicopter then falls into sympathetic vibration, you lose control and have no way of predicting what the model will do next.**
- **You may also lose control if a problem arises in the radio control system, perhaps as a result of outside interference, component failure or flat or faulty batteries, but in any case the result is the same: the model helicopter's response is entirely unpredictable. Without prior warning it may move off in any direction.**
- **Helicopters have many parts which are naturally subject to wear, including gearbox components, motor, ball-links etc., and as a result it is absolutely essential to check and maintain the model regularly. It is standard practice with full-size aircraft to give the machine a thorough „pre-flight check" before every flight, and this is equally important with your model helicopter. Constant checking gives you the opportunity to detect and correct any faults which may develop before they are serious enough to cause a crash.**
- **The kit also includes two further information sheets - SHW 3 and SHW 7 - which include safety notes and warnings. Please be sure to read them and keep to our recommendations. They are an essential part of these instructions.**
- **This helicopter is designed to be constructed and operated by adults, although young people of 16 years or more may do so under the instruction and supervision of competent adults.**
- **The model features sharp points and edges which may cause injury.**
- **Flying model aircraft is subject to certain legal restrictions, and these must be observed at all times. For example, you must take out third part insurance, you must obtain permission to use your intended flying site, and you may have to obtain a licence to use your radio control system (varies from country to country).**
- **It is important to transport your model helicopter (e.g. to the flying site) in such a way that there is no danger of damaging the machine. Particularly vulnerable areas are the rotor head linkages and the tail rotor generally.**

- **Controlling a model helicopter successfully is not easy; you will need persistence and determination to learn the skills, and good hand-eye co-ordination is a pre-condition.**
- **Before you attempt to fly the model you should study the subject of helicopters in depth, so that you have a basic understanding of how these machines work. Read everything you can on the theory of helicopters, and spend as much time as you can watching other model helicopter pilots flying. Talk to chopper pilots, ask their advice, and enrol at a specialist model flying school if you need to. Many model shops will also be prepared to help you.**
- **Please be sure to read right through these instructions before you start work on the model. It is important that you clearly understand each individual stage of assembly and the correct sequence of events before you begin construction.**
- **Don't make modifications to the model's construction by using parts other than those specifically recommended, unless you are certain of the quality and suitability of these other parts for the task.**
- **We have made every effort to point out to you the dangers inherent in operating this model helicopter. Since neither we, the manufacturer, nor the model shop that sold you the kit have any influence on the way you build and operate your model, we are obliged to disclaim any liability in connection with it.**

Liability exclusion / Compensation

As manufacturers, we at GRAUPNER are not in a position to influence the way you assemble your model, nor how you install, operate and maintain the radio control system components. For this reason we are obliged to deny all liability for loss, damage or costs which are incurred due to the incompetent or incorrect use and operation of our products, or which are connected with such operation in any way.
Unless otherwise prescribed by binding law, the obligation of the GRAUPNER company to pay compensation, regardless of the legal argument employed, is limited to the invoice value of that quantity of GRAUPNER products which was immediately and directly involved in the event which caused the damage. This does not apply if GRAUPNER is found to be subject to unlimited liability according to binding legal regulation due to deliberate or gross negligence.

Contents

- Foreword P.2
- Warnings P.3
- Accessories, additional items required P.6
- 1. Assembling the main mechanics P.7
- 2. Installing the radio control system P.21
- 3. Assembling the main rotor head P.24
- 4. Assembling the tail rotor gearbox P.29
- 5. Assembling the control bridge P.31
- 6. Assembling the tail rotor head P.32
- 7. Tail boom P.33
- 8. Assembling the skid landing gear P.36
- 9. Installing the silencer P.36
- 10. Tail rotor control system P.36
- 11. Cabin P.37
- 12. Main rotor blades P.38
- 13. The set-up procedure P.39
- 14. Final pre-flight checks P.43
- 15. Adjustments during the first flight, blade tracking P.44
- Adjusting the motor P.45
- 16. General safety measures P.46
- 17. Some basic terms used in model helicopter flying P.47

The instructions

We have invested considerable effort in producing these instructions, with the aim of ensuring that your model helicopter will fly reliably and safely.
Please take the trouble to follow the instructions step by step, exactly as described, as this is your guarantee of success. This applies to you whether you are a relative beginner or an experienced expert.

- The mechanics have to be assembled as shown in the drawings. Explanatory texts are provided.

- All the joints marked with this symbol need to be secured with thread-lock fluid, e.g. Order No. 952, or bearing retainer fluid, Order No. 951. Remove all traces of grease from the joint surfaces before applying the fluid.

- All bearings, whether plain, ballrace or needle roller, must be lubricated thoroughly. The same applies to all ball-links and gears, even if the instructions do not state this specifically.

- You will find parts lists, replacement parts lists and the associated exploded drawings at the end of this instruction manual.

Accessories

Recommended motors and accessories for the Starlet 50

Motor	Capacity cc	Order No.	Expansion silencer	Exhaust manifold	(Tuned pipe) silencer
OS MAX 46 FX-HG	7,45	1893	1809.33 1871.72	2259	1783A or 2272
OS MAX 50 SX-HG	8,17	1921	1809.33 1871.72	2259	1783A or 2272

Glowplug battery, e.g.

Varta RSH 4	Order No. 1353	
Varta RSH 7	Order No. 1352	
2 V glowplug battery	Order No. 3694	(Use only with resistor,
2 V glowplug battery	Order No. 771	Order No.1685 or 1694.)

Fuel

TITAN S 12	Order No. 2612
AeroSynth COMPETITION SX-10	Order No. 2811

Starter

Electric starter, Order No. 1628 or 1626
12 V starter battery, Order No. 2592 or 2593.

Suitable main rotor blades

Order No. 1291.1	Wood, reflex,	500 mm long	Rotor Ø 1157 mm (supplied)
Order No. 1296	GRP, reflex,	552 mm long	Rotor Ø 1261 mm
Order No. 1269	GRP, symm.,	552 mm long	Rotor Ø 1261 mm
Order No. 1271	GRP, symm.,	602 mm long	Rotor Ø 1361 mm

Radio control equipment: see main Graupner catalogue

We recommend that you use a radio control system equipped with special helicopter functions, or a micro-computer radio control system such as the mc-12, mc-14, mc-15, mc-19, mc-22, mc-24.

As a minimum your RC system must include a 3-point swashplate mixer and the ability to control five servos for the functions pitch-axis, roll, collective pitch, tail rotor and throttle.

Servos:

Use only high-performance **servos** such as the C 4041, Order No. 3916, or other servos of equal or better quality.

Gyrosystem:

Gyro-System PIEZO 5000, Order No. 5146 with Super-Servo DS-8700G, Order No. 5156 or Gyro-System PIEZO 550, Order No. 5147 or Gyro-System G490T, Order No. 5137

Electronic speed governor:

mc-HELI-CONTROL, Order No. 3286

Receiver power supply:

For safety reasons we recommend that you install a battery with a capacity of at least 1800 mAh, and a switch harness designed to cope with heavy currents, i.e. with heavy-duty cables. We recommend the “Power switch harness“ with charge socket, Order No. 3050, in conjunction with the 4RC-3000 MH receiver battery, Order No. 2568

On no account use a receiver battery with more than four cells.

You can monitor the state of your battery voltage constantly by using the NC battery controller, Order No. 3138.

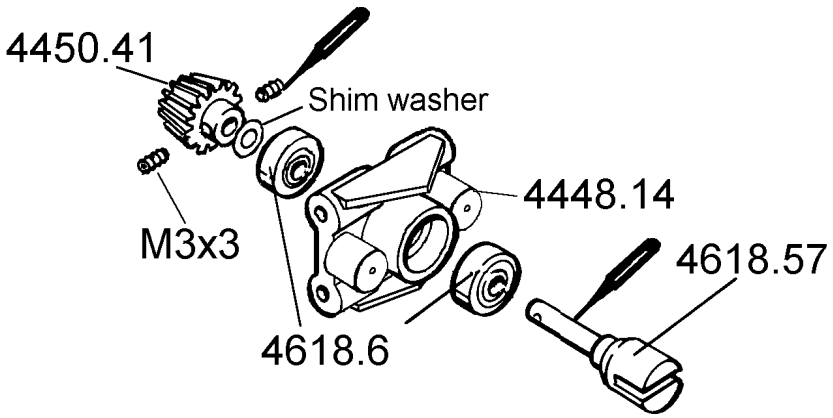
1. Assembling the main mechanics

The mechanical system of the STARLET 50 is based primarily on parts moulded in glass-fibre reinforced nylon, a material which offers significant advantages for use in model helicopters compared with aluminium, including high mass constancy combined with light weight, freedom from fatigue effects, low noise, and the ability to absorb vibration generated by the motor. The design of this type of mechanical system imparts a generous degree of robustness and rigidity; in a „hard landing" the ideal situation is that the parts either survive undamaged (and can therefore be re-used immediately) or alternatively fail completely, in which case there is no doubt about whether they have to be replaced. Aluminium chassis components tend to bend or become distorted, and this kind of subtle damage may not even be noticed; however, in the long term it causes damage to other components, has a negative effect on the model's flying characteristics, and can even have a serious effect on the safety of the whole system. The type of construction used in the Starlet 50 is simply not subject to this kind of damage.
Glass-filled nylon components therefore have many advantages, and the only drawbacks are their greater complexity, and therefore higher cost of manufacture, and the requirement they place on the builder to assemble and adjust the parts with greater care and a conscientious approach; you may also find that some parts need to be trimmed slightly in order to obtain a perfect fit. Provided that you invest a little extra care in constructing your machine, you will be rewarded by a model in which rates of wear are low, and which lasts much longer than conventional model helicopters.

Shafts, bearings, fits

Virtually all the rotating parts of the mechanics are ballraced. Wherever ballraces are used, it is very important that the shaft is a tight fit in the inner ring of the bearing. This ensures that it cannot rotate inside the ring; if this happens, the inner ring heats up (causing a blu-ish or yellow-ish discoloration), and the bearing is damaged and becomes unserviceable. In the worst case the bearing can become so hot that it melts the nylon bearing seat, and this destroys the correct location of the shaft relative to other components. Please note that this kind of damage is simply a result of an incorrectly fitted bearing, and is not an indication that the bearing support material is not up to the job.
A loosely fitted bearing can also cause another problem: the shaft starts to move axially inside the inner bearing ring, and the shaft wears in that area and its diameter is reduced. If there are gears mounted on that shaft, they now lose their correct meshing clearance, leading in turn to increased rates of wear, and eventual failure of the parts.
In order to prevent the problems described above, the fits between shafts and ballraces in the Graupner/Heim system are maintained on the „close" side of normal, and now and then this can result in too tight a fit if manufacturing tolerances accumulate in the same direction. This manifests itself in a bearing which cannot be fitted onto the corresponding shaft. If this should happen, just reduce the diameter of the shaft slightly by rubbing it down using fine wet-and-dry paper (600 - 1200 grit), until the bearing can be pushed into place using no more than moderate force. If manufacturing tolerances accumulate in the other direction, i.e. the fit is uncomfortably free or too loose, the solution is to fix the bearing to the shaft using LOCTITE 603 bearing retainer fluid, which guarantees a firm seating. If you use this fluid, please note that its cure time varies according to the fit; the closer the fit, the faster the cure. Under certain circumstances you may have only a few seconds to locate the bearing correctly on the shaft before it is fixed permanently.
If a shaft is supported in two or more bearings, it is important to ensure that the location of the bearings does not place axial stress on them. There are two ways of achieving this: you can either take the trouble to position the two bearings really accurately on the shaft, or use a combination of a fixed and sliding fit: one bearing is pressed or glued to the shaft to locate it permanently, the other is left as a sliding fit, i.e. it can be moved axially along the shaft using moderate force; in this case the second bearing will find its own optimum position once the system has been installed.
In general terms you can assume that the danger of bearings slipping on the shaft varies with shaft diameter and rotational speed: the smaller the shaft, and the higher the speed, the greater the danger.
The danger of stress in multiple bearings is greater when the difference between the internal and external diameters of the bearings is small.
If you are aiming to achieve maximum possible operational security and reliability, all these factors have to be considered in each individual case. The building instructions for the Starlet 50 state which connections should be made using thread-lock fluid and/or bearing retainer fluid.

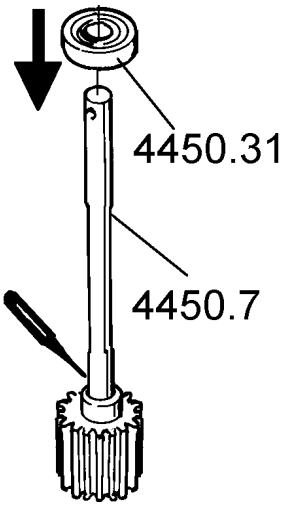
1.1 Assembling the tail rotor drive system *(bag UM-1A)*

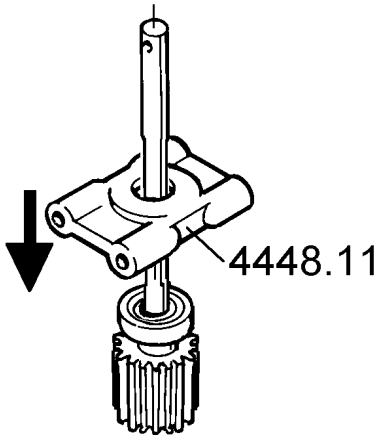


Please note that there must be no axial play at all in the quick-release coupling shaft 4618.57 when fitted in the bearings 4618.6. If the shaft does not seat securely enough in the bearings, fix it to the bearings using bearing retainer fluid 603, Order No. 951. This is the procedure: first fit the rear bearing on the shaft and secure it with a drop of bearing retainer fluid 603, and position it so that it rests against the coupling yoke. Wait until the adhesive has cured; this may take anything from 20 seconds to 30 minutes, depending on the closeness of the fit. Press this assembly into the bearing holder 4448.14 as far as it will go, then slide the front bearing onto the shaft, together with a drop of bearing retainer fluid 603. Slide the bearing straight into the correct position, and press it into the bearing holder as far as it will go. Now - before the adhesive sets - check that the shaft is still free-moving; it is important that the bearings should not be stiff; this is usually due to excessive axial stress. If this happens, tap lightly on the end of the shaft in the axial direction, using a screwdriver handle or similar, or tap harder on the bearing support, until the bearings ease into the correct position and the shaft turns freely. Now allow the bearing retainer fluid to cure fully.
Fit a shim washer and the pinion 4450.41 on the front end of the shaft, press it against the front bearing and secure the pinion in this position using two grubscrews: first apply a drop of threadlock fluid (Order No. 952) to the threaded hole and fit the first grubscrew, taking care to position the pinion so that the screw engages on the flat machined in the shaft. Rotate the pinion to and fro on the shaft so that the grubscrew takes up the optimum position, then tighten it moderately. Now screw in the opposed grubscrew and tighten it very firmly before finally tightening the first grubscrew permanently. This procedure ensures that the pinion runs really true on the shaft.

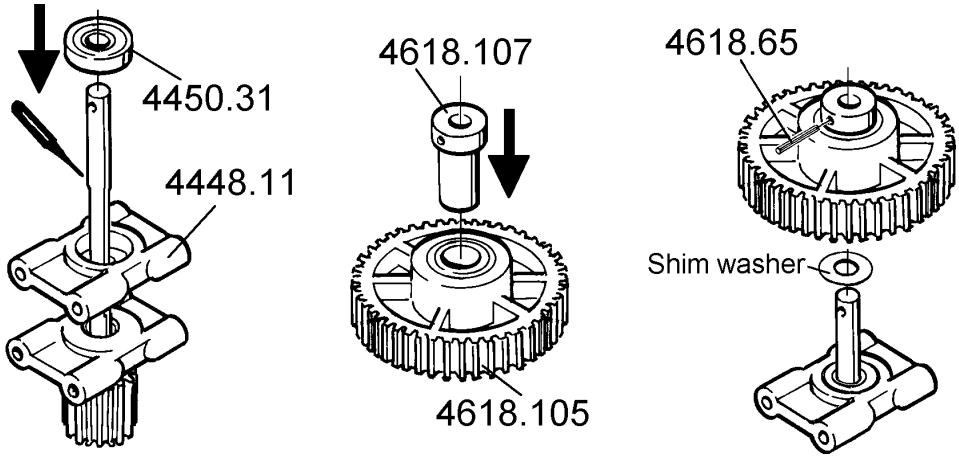
1.2 Assembling the layshaft *(bag UM-1B)*

Fix the bottom bearing 4450.31 for the layshaft 4450.7 on the shaft, using bearing retainer fluid 603, Order No. 951. Position the bearing resting against the pinion, then leave the fluid to cure. Press the shaft and bearing into the bottom bearing support 4448.11.

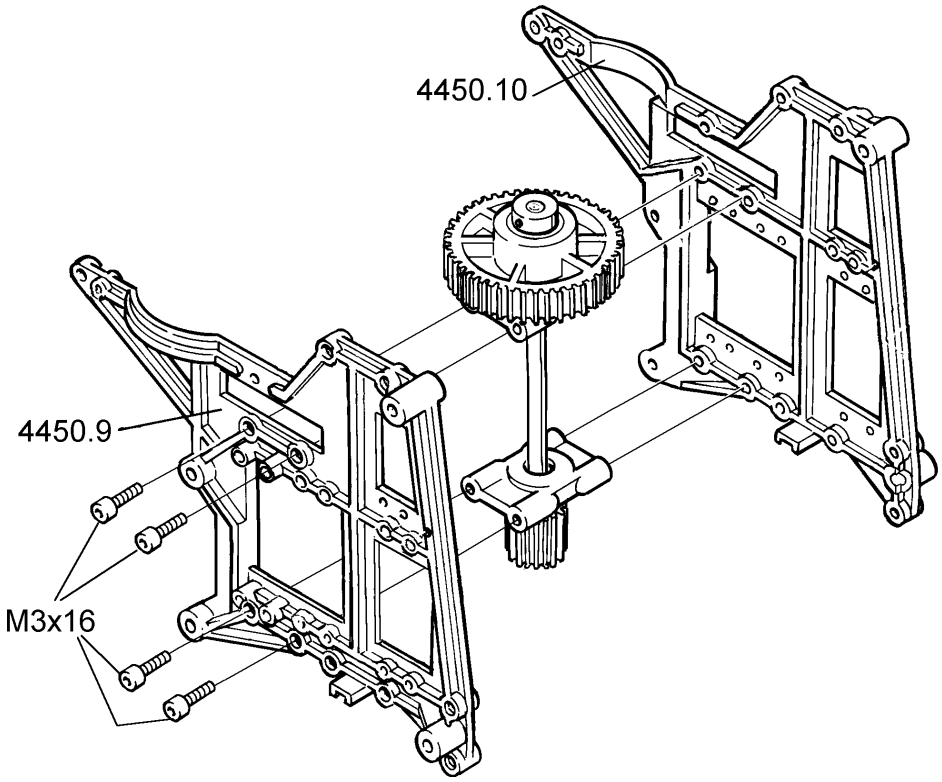




Fit the top bearing support on the shaft loosely for the moment (note the correct orientation; the opening in this bearing support should face up), then fit the top bearing 4450.31, followed by a shim washer. Press the freewheel sleeve 4618.107 into the gear 4618.105, and fit this assembly on the shaft. Line up the cross-holes in the shaft and the freewheel sleeve and carefully press the roll-pin 4618.65 into the holes, but only to the point where it projects a little way into the shaft; it must be possible to pull it out again at this stage.



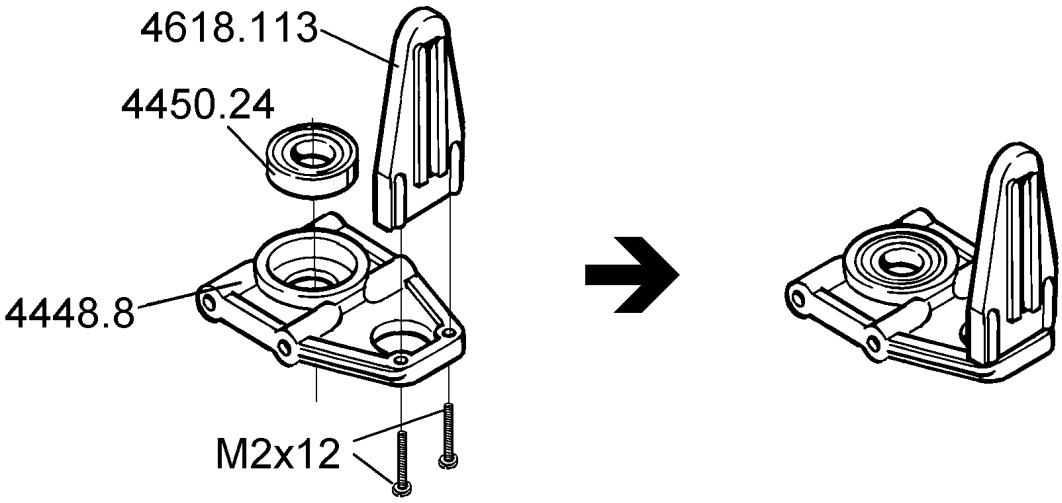
Now press the top bearing 4450.31 into the bearing support 4448.11 and push this assembly up against the shim washer under the freewheel sleeve. Take the layshaft assembly which you have assembled to this stage, and place it between the mechanics side frames 4450.9 and 4450.10, so that you can check that the top bearing rests against the freewheel sleeve above the shim washer when the parts are assembled. You may find that there is a gap, which has to be corrected by fitting additional shim washers. Take care not to fit too many shim washers, as this would place the bearings under stress.

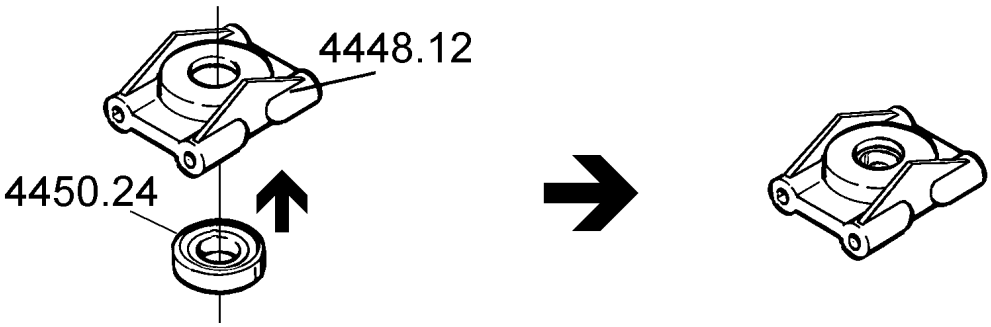


Once you are confident that the spacing is set correctly, glue the shaft to the bearing in the usual way using bearing retainer fluid, Order No. 951, but only after you have pressed the roll-pin into the freewheel sleeve fully and permanently. Fit this assembly between the mechanics side frames and tighten the screws fully before the bearing retainer fluid has cured, so that you can check that the shaft spins freely in its bearings. If it is slightly stiff, tap on the ends of the shaft to seat the bearings and eliminate the problem.

1.3 Preparing the main rotor shaft and bearings *(bag UM-1C)*

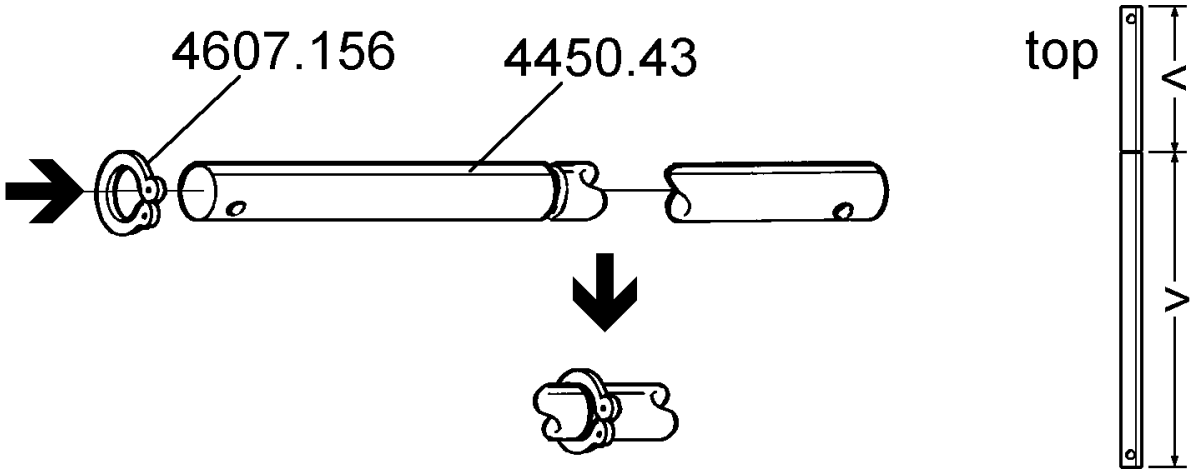
Fix the swashplate guide 4618.113 to the dome bearing holder 4448.8 using two M2 x 12 cheesehead screws. Press one of the ballraces 4450.24 into the dome bearing holder, and one into the main rotor shaft bearing holder 4448.12; grease both bearings.





The next step is to slide the circlip 4607.156 along the main rotor shaft 4450.43 from the top, and allow it to engage in the channel. Please note the following points here:

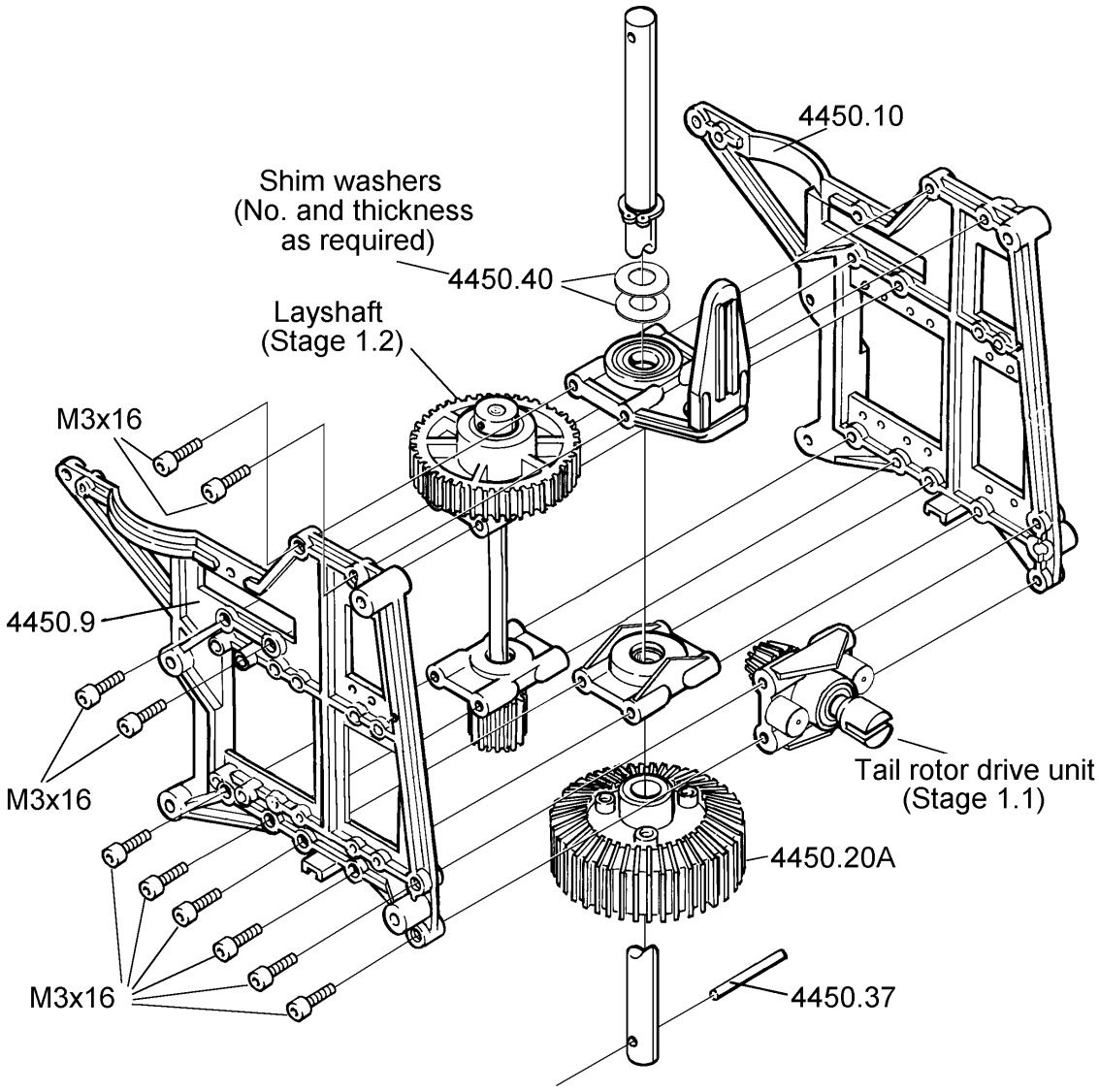
- The circlip must not be over-stressed, i.e. take care not to open it further than absolutely necessary in order to slide it onto the main rotor shaft. Special circlip pliers are the best tool for this job.
- The inner face of the circlip features one rounded and one sharp edge; the sharp side must face up.
- The circlip must be a really tight fit on the shaft; it should not be possible to rotate it by hand.



1.4 Assembling the main gearbox

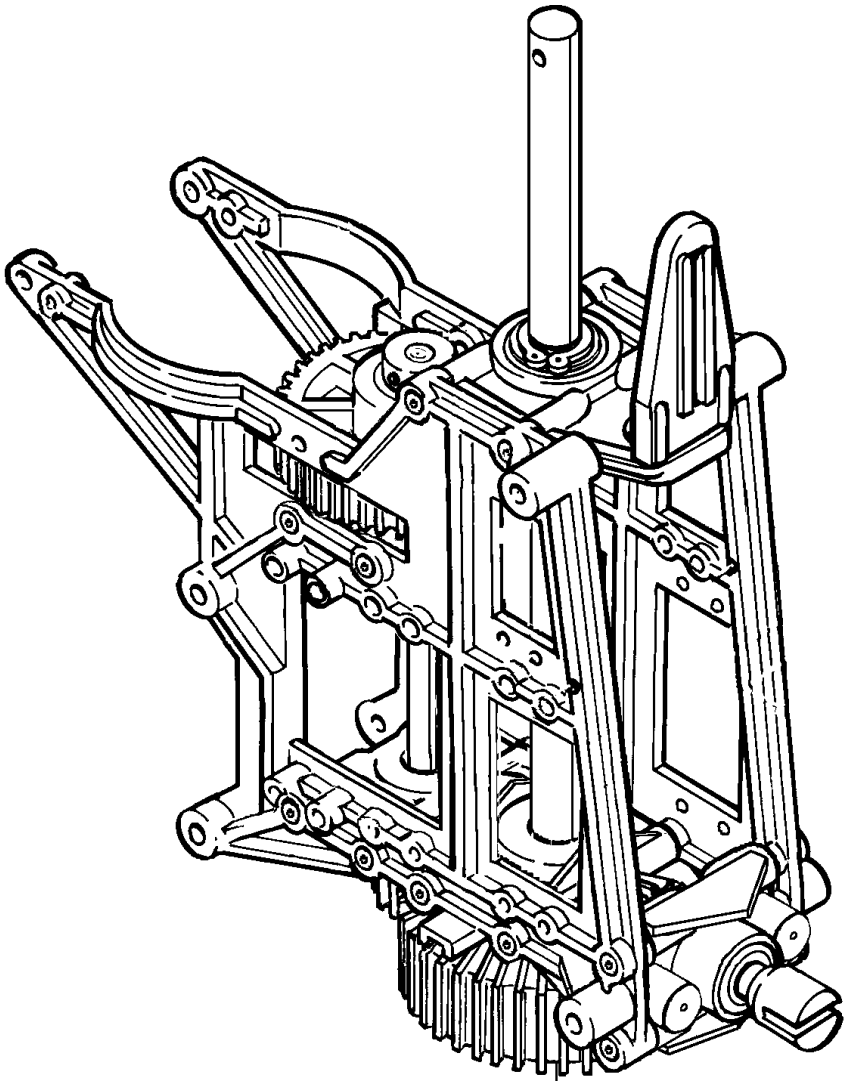
Fit the tail rotor drive unit, the layshaft assembly and the main rotor shaft bearing holders between the mechanics side frames 4450.9 and 4450.10, and fix them in place using M3 x 16 socket-head cap screws; don't tighten the screws fully at this stage. Fit a shim washer 4450.40 and the dome bearing holder on the main rotor shaft from the underside. Slide the main rotor shaft through the bottom rotor shaft bearing and the crown gear 4450.20A, working from the top, and position it in such a way that the dowel pin 4450.37 can be pushed through the bottom hole in the main rotor shaft. Now pull the main rotor shaft up as far as it will go, and check that the dowel pin engages fully in the recess in the underside of the crown gear. Now you can fix the dome bearing holder between the mechanics side frames using further M3 x 16 socket-head cap screws, and check that there is absolutely no axial play in the main rotor shaft between the bearings; if there is, fit further shim washers under the circlip to eliminate it. Take care not to fit too many or too thick washers, as this could place the bearings under stress.

To add or remove shim washers always loosen the dome bearing and remove the main rotor shaft by reversing the order of operations required to install it (see above). On no account remove the circlip to gain access to the washers!



The first step in establishing the correct gearbox clearance is to set the meshing clearance of this gearbox stage slightly too tight, i.e. the gears should mesh „hard" against each other. If this is not the case, i.e. if there is already significant clearance between the gears after you have assembled the main mechanical system and screwed the parts together, then you will have to turn the bottom main rotor shaft bearing 4448.12 through 180° and re-install it. If that is still not

sufficient to eliminate the gear clearance, you will also have to turn the bottom layshaft bearing bracket through 180° horizontally. Turning these parts round in this way compensates for any slight offset of the brass inserts in the bearing supports; such offsets are an inevitable feature of the production process and can never be completely eliminated. The meshing clearance between the spur gear and the layshaft pinion can now be adjusted by slightly loosening the M3 x 16 socket-head cap screws in the bearing brackets, fitting a strip of stout writing paper between the gears, and then tightening the screws again, holding the gears hard against each other. Wind the strip of paper out, and the gearbox should now run smoothly, with no tendency to jam or stiffen at any point; if you are not satisfied, repeat the adjustment process with a little greater care.

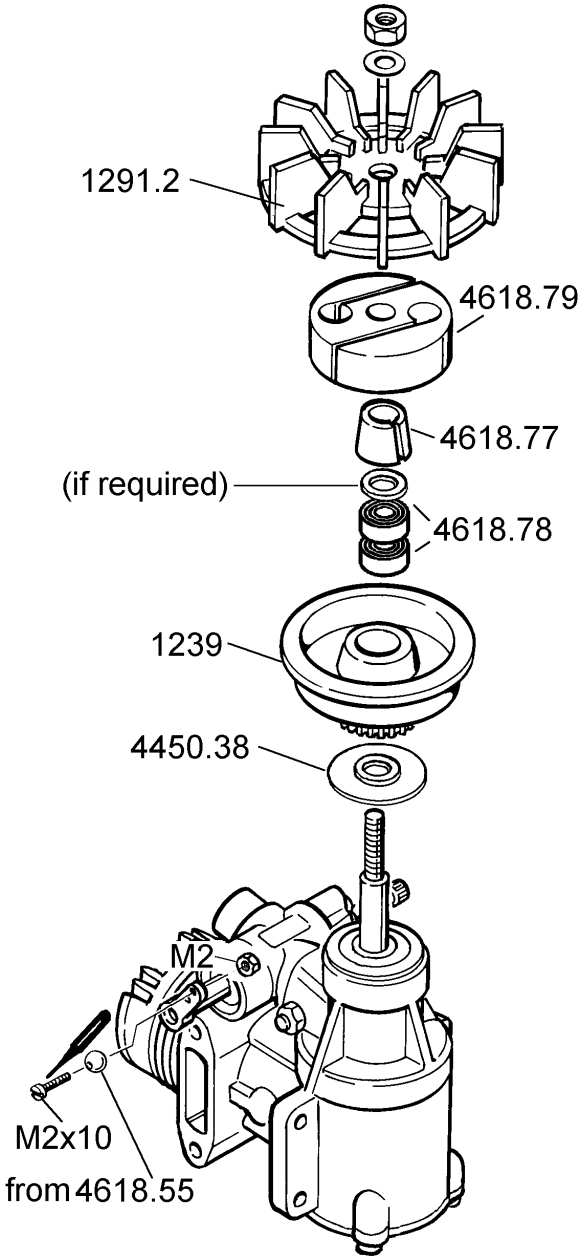


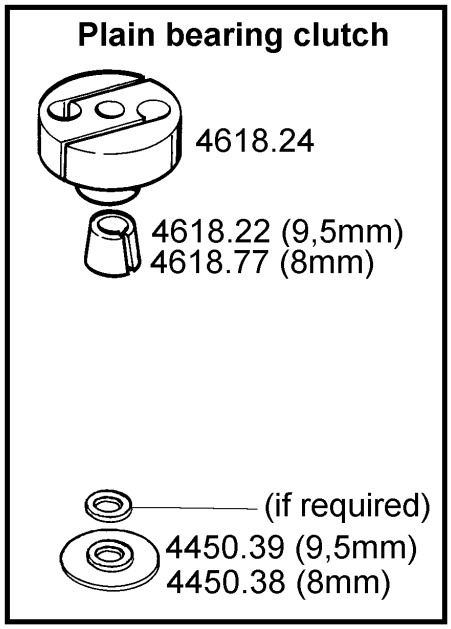
1.5 Installing the motor *(bag UM-2)*

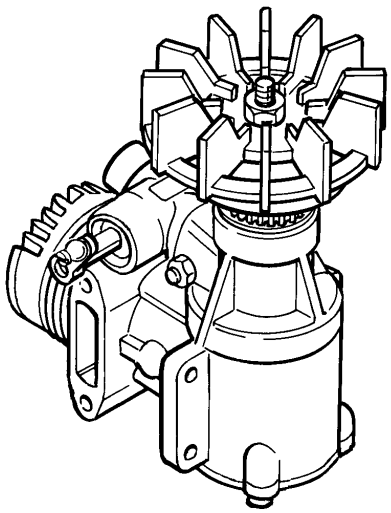
The mechanical assembly of this helicopter is designed for a motor with a long ground 8 mm Ø crankshaft, as specified for all Graupner / Heim model helicopters. However, other types of motor can also be installed at the modeller's discretion; all you need is the optional plain bearing clutch, which is available separately.

Remove the washers and nut from the crankshaft, then fit the following parts on the shaft in this order: stepped washer 4450.38, two ballraces 4618.78, split taper collet 4618.77, clutch bell 4618.23, clutch 4618.79, cooling fan 4450.2, followed by the washer supplied with the motor. Fit the crankshaft nut and tighten it securely.

If you find that tightening the crankshaft nut pushes the taper collet completely inside the clutch, without the collet exerting adequate clamping pressure on the crankshaft, then you must fit an 8/13 x 0.5 mm washer (from 4450.58) under the taper collet, otherwise the clutch may slip on the crankshaft when the motor is running. Fix a linkage ball to the outermost hole in the carburettor arm using an M2 x 10 screw and nut.

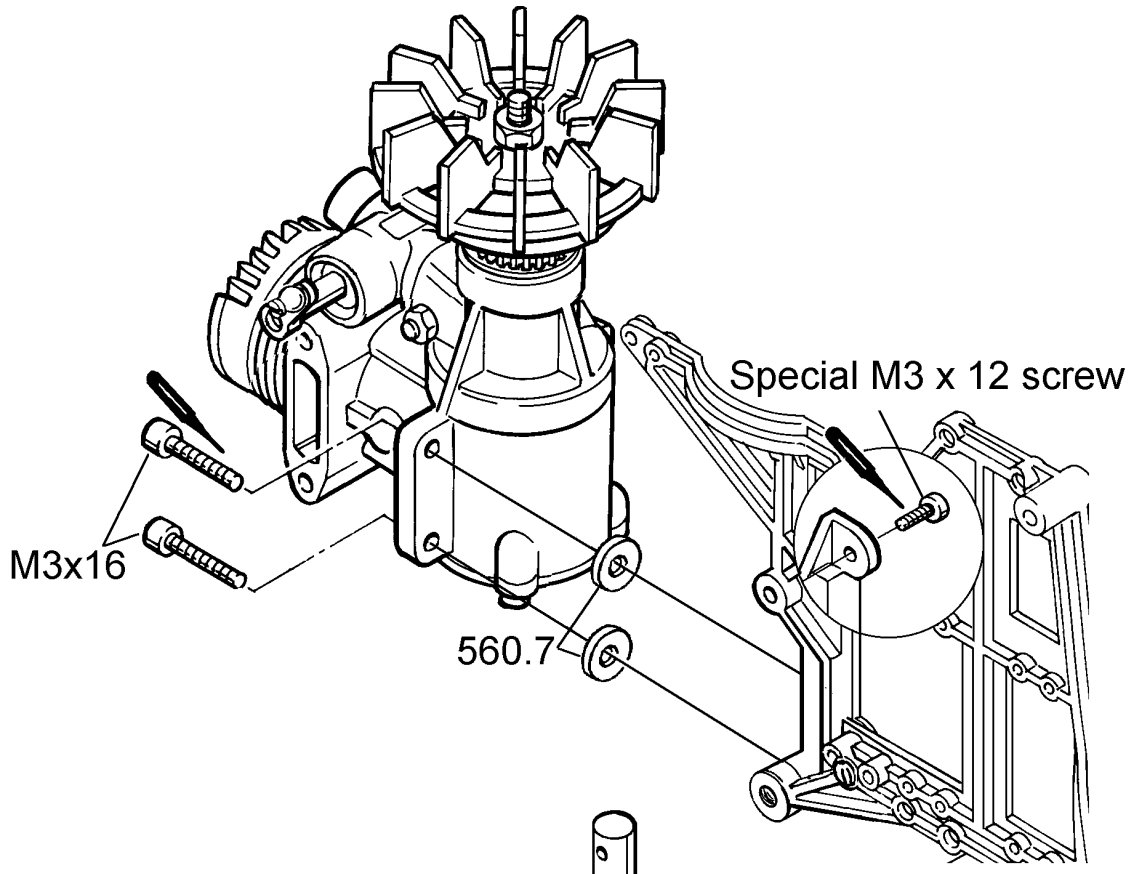


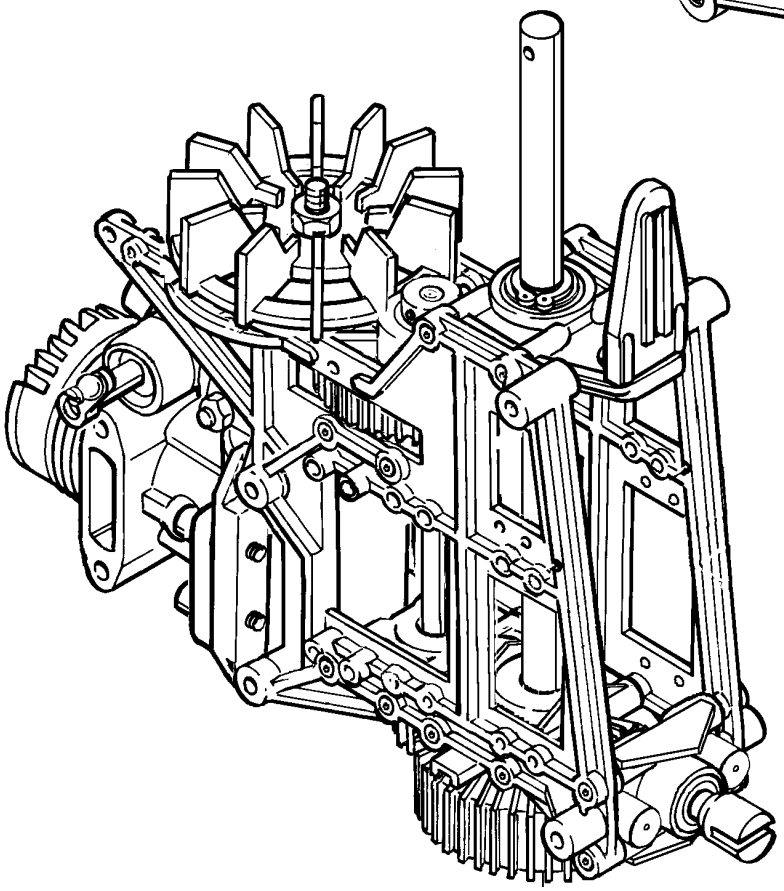




Notes:
Power transference between crankshaft and clutch is achieved exclusively by the clamping pressure of the taper collet on the ground crankshaft nose, and on the tapered socket in the clutch. To ensure that sufficient pressure is applied, it has proved good practice to start by installing the clutch alone - without the cooling fan - and tightening it fully; the clutch should be held firmly using a suitable tool while you do this.
When attaching the clutch bell to the crankshaft it is essential to ensure that the shaft is not pushed out of position in its bearings!
Once you have fitted the clutch and tightened it correctly, the only way to remove it again is to use a puller mechanism (Order No. 1045), after removing the crankshaft nut. Note that the tightness of the crankshaft nut makes no significant contribution to power transmission when the motor is running; the nut's primary purpose is to secure the cooling fan and, if used, the hexagon starter cone (optional part, Order No. 4448.103).

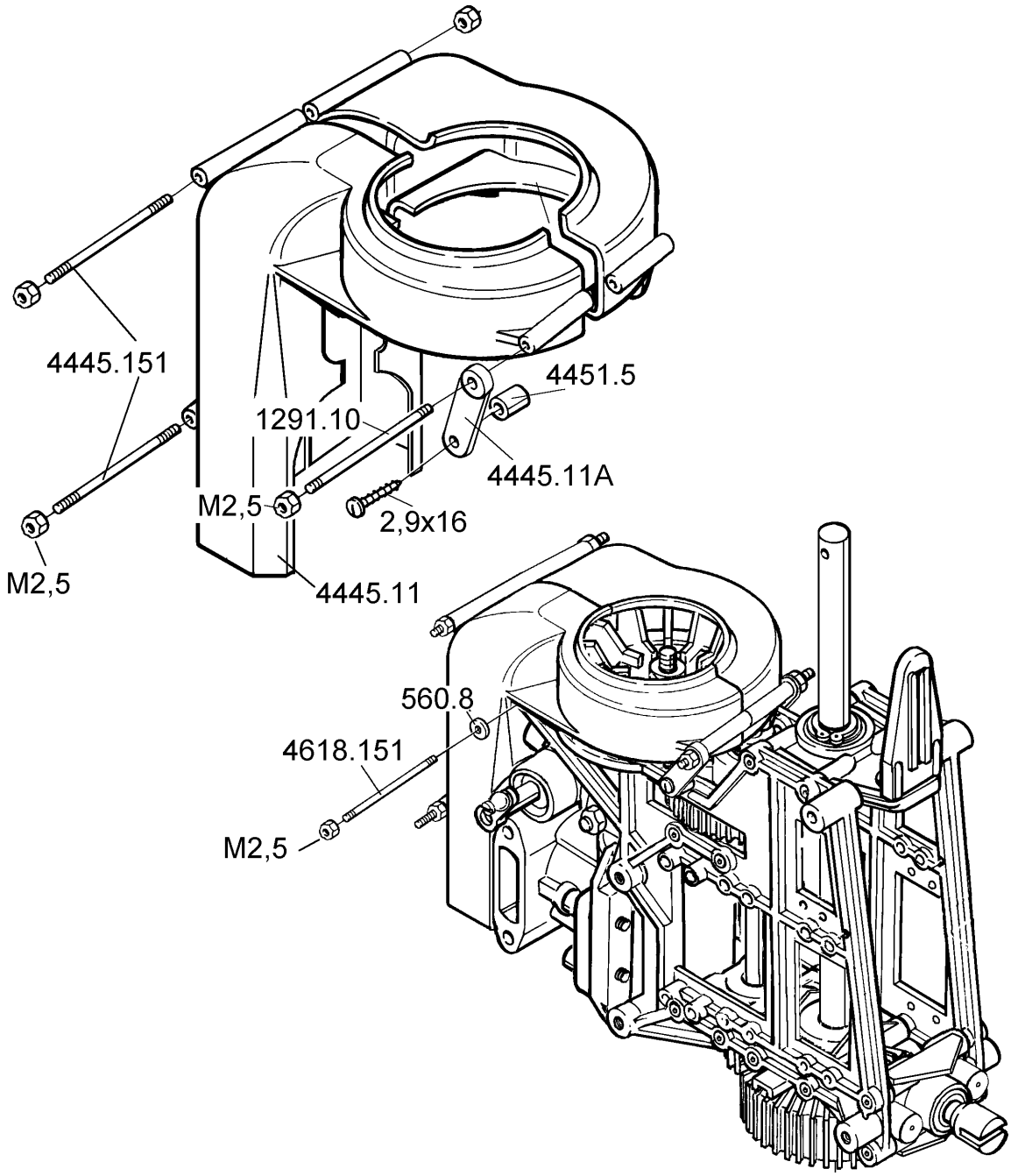
Fix the motor mounts 1291.18 to the top part of the mechanics using the two special M3 x 12 screws, working from the inside of the assembly. Attach the motor to the motor mounts using four M3 x 16 socket-head cap screws, fitting a washer 560.7 on each screw between the motor lugs and the motor mounts (see drawing).





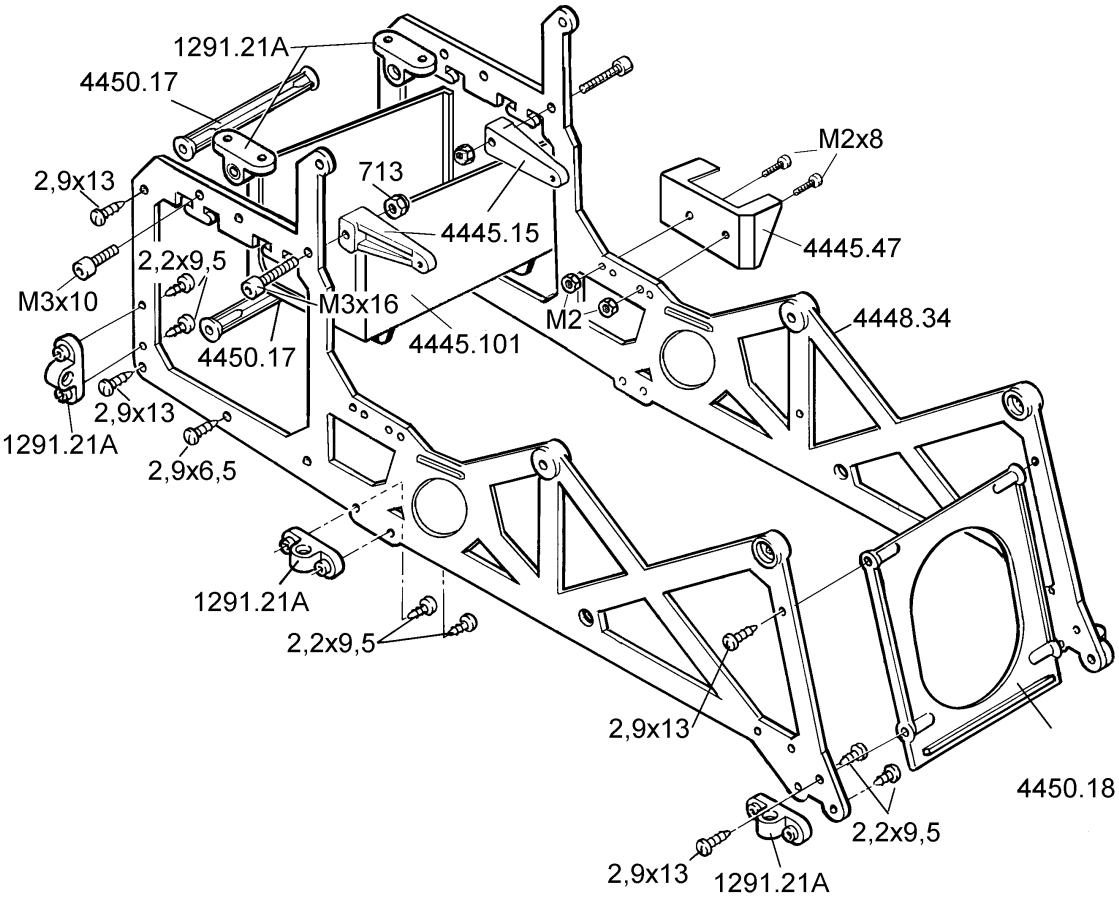
1.6 Assembling the cooling fan housing *(bag UM-3)*

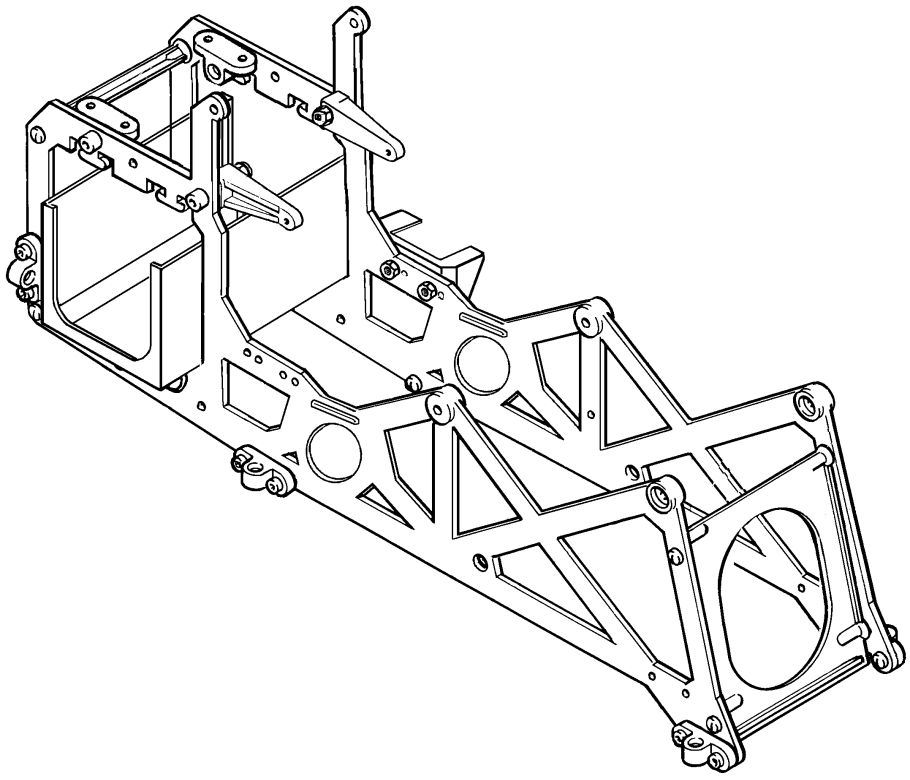
You may find that you have to open up the carburettor opening in the fan housing, depending on the type of carburettor you are using; the same applies to the hole for the cylinder head.
Fit the fan housing over the motor and fix it to the mechanics using a threaded rod 4618.151, washers and nuts at the front, and two 2.9 x 16 mm self-tapping screws at the rear.



1.7 Assembling the sub-structure *(bag UM-4)*

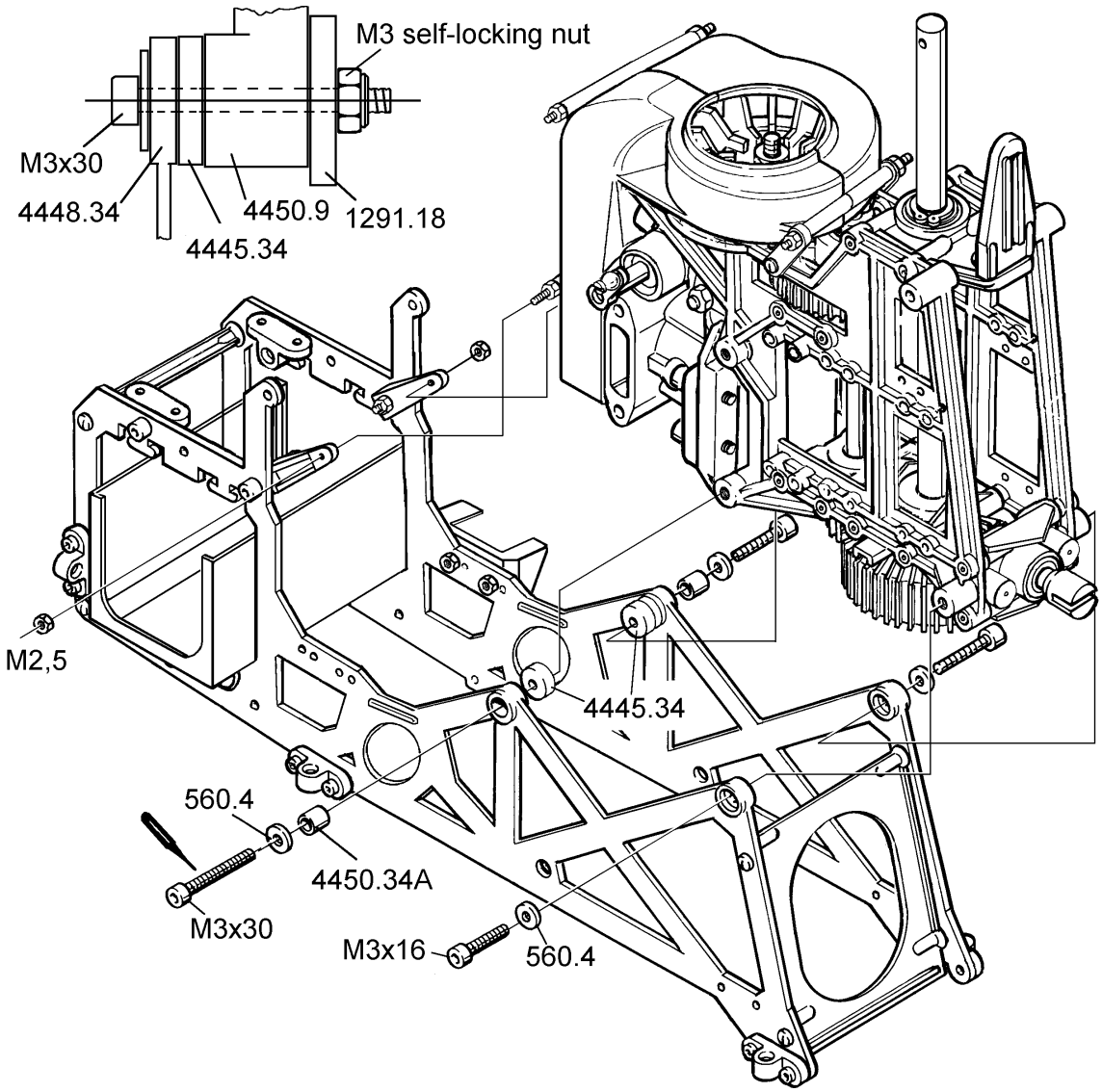
Assemble the sub-structure as shown in the illustration, using the side frames 4448.34, the bulkhead 4450.18, the spacers 4450.17, the RC box 4445.101 and the skid brackets 1291.21A, using the appropriate self-tapping screws, as shown in the drawing.





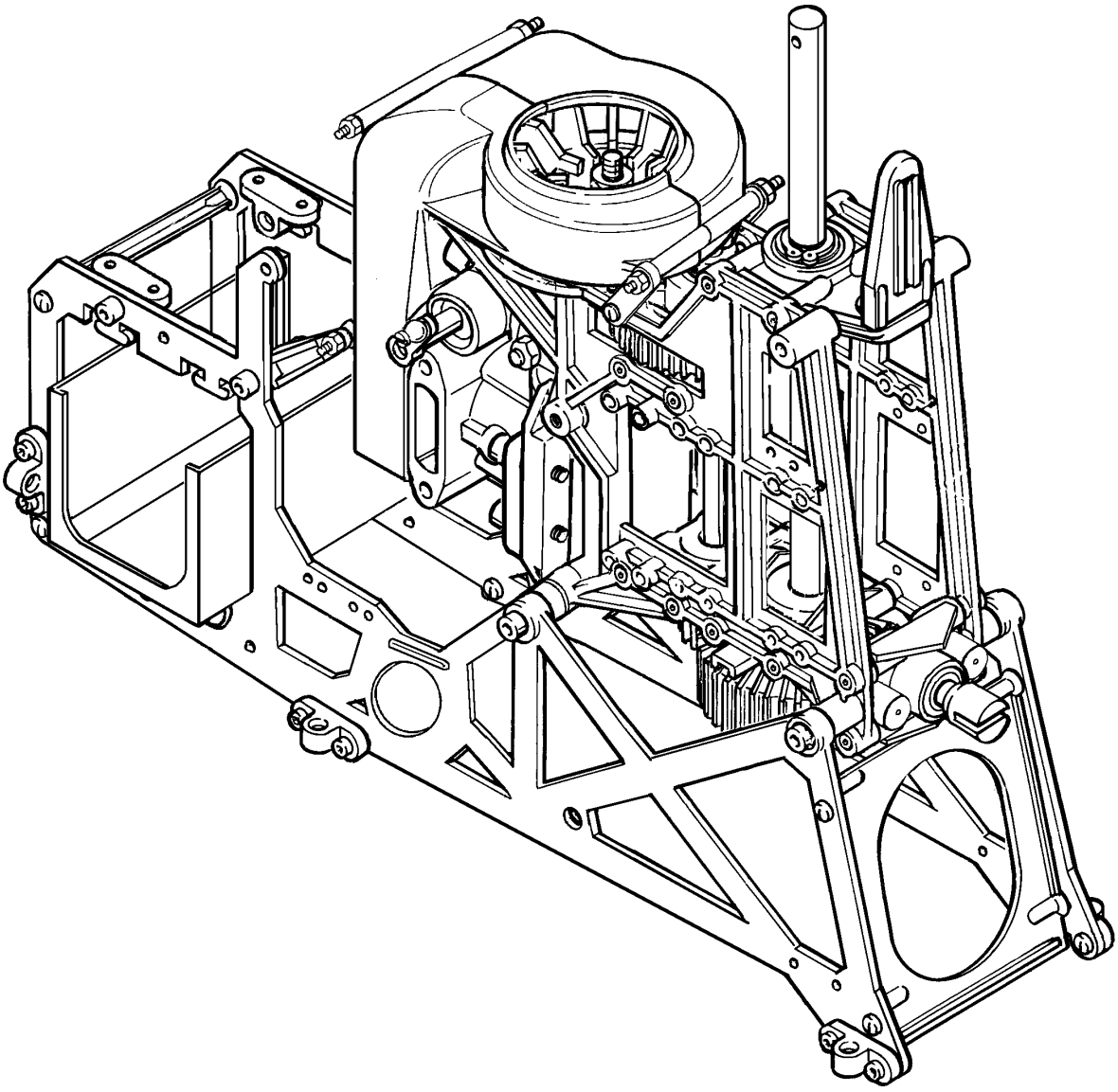
1.8 Mounting the mechanics on the sub-structure *(bag UM-5)*

Fit the circular projections on the main gearbox (assembled in Section 1.6) between the side frames of the sub-structure, and allow them to engage in the moulded-in sockets. Fix the parts together using M3 x 16 socket-head cap screws and washers as shown.

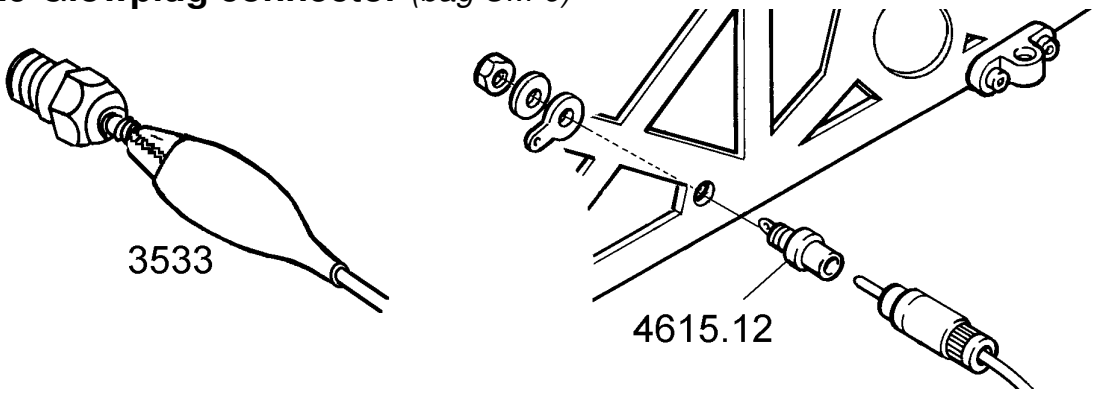


Note that two M3 x 30 socket-head cap screws are used in the middle; fit a washer under each screw head, fit the brass sleeves 4450.34A in the sub-structure side frames, and fit the screws through the two spacer washers 4445.34 and into the mechanics side frames. When you tighten these screws, the ends will project through the bottom motor mount screw holes. Fit M3 self-locking nuts on the projecting shanks to secure the motor mounts.

The next step is to set the proper meshing clearance in the first gearbox stage: loosen the M3 x 16 screws which attach the top layshaft bearing support to the side frames, and also the M3 self-locking nuts at the bottom of the motor mounts, then cut a strip of thin card and wind it in between the clutch pinion and the gear. Hold the gears firmly together, and tighten all the screws again firmly in this condition. Apply plenty of thread-lock fluid to the M3 screws in the motor mounts before you tighten them. Wind the strip of paper out from between the gears, and the entire gearbox should now rotate freely; note that there should be no detectable play where the bevel gear engages with the crown gear.



1.9 Glowplug connector *(bag UM-6)*



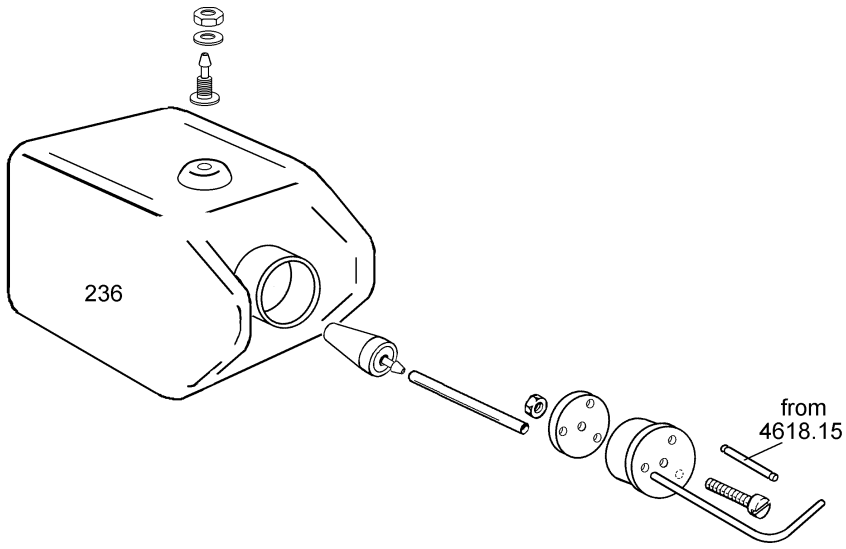
Fit the socket of the glowplug connector in the hole in the right-hand side frame 4448.34, and fit the solder tag, the washer and the nut on it on the inside to secure the socket. Tighten the nut. Make up the connection to the motor using twin-core cable. A crocodile clip is used for the centre contact, so that the glowplug can be replaced quickly and easily; solder the croc-clip to the wire running from the centre contact of the socket, and attach the clip to the glowplug. Fix the other wire to one of the motor mount screws with a washer to spread the load. Arrange the cables neatly, and solder the two wires to the positive and negative terminals of the socket.

1.10 Fueltank

The fueltank is assembled as shown in the drawing. First install the pressure nipple in the small raised area at the highest point in the tank: cut a 5 mm Ø hole, slip the nipple through it from the inside, and secure it with the washer and nut on the outside. The rubber bung features a central hole for the retaining screw, two through-holes for brass tubes, and a third „blind" hole. The latter can easily be continued through the bung and used for other purposes if you wish. For this model only a single fuel line is required (carburettor feed / filler tube), so the second hole should be plugged with a length of brass rod (4618.15). Bend the feed tube to the shape shown in the drawing. Ensure that the clunk weight is free to move inside the tank, i.e. that it always falls to the bottom when the tank is turned over by hand. Fit the brass collar over the neck of the fueltank, as it guarantees that the neck cannot split when the rubber bung is compressed. Tighten the central retaining screw firmly once the fueltank is completely assembled. This action compresses the rubber bung and causes it to swell laterally, sealing the throat of the tank effectively.

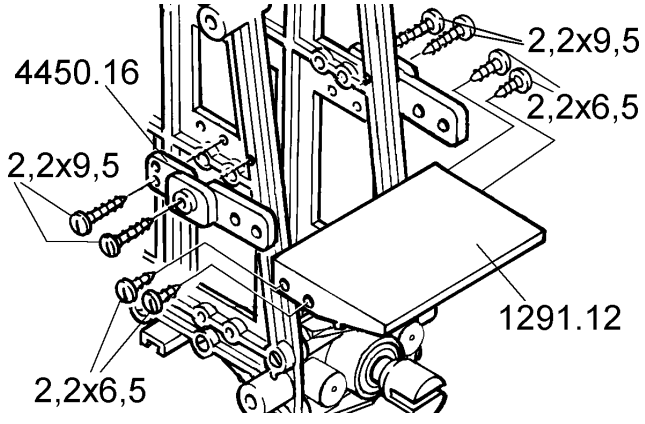
Carefully remove any rough edges from the fueltank support surfaces at the side-frames, Order No. 4448.34. Install the tank, and secure it by stretching rubber bands over it as shown; note that the bung must face the rear. Make up the fuel line to the motor using fuel tubing and the fuel filter T-piece; keep the connection to the carburettor as short as possible.

The tank is filled and drained by means of the fuel line running between the clunk pick-up and the carburettor, and this is made easier by the presence of the fuel filter T-piece. For flying the helicopter, push the sealing plug into the filler connection projecting from the side of the filter. For filling or draining the tank, first cut off the fuel flow to the carburettor by engaging the hose clip, then fill or empty the tank through the filler connection.



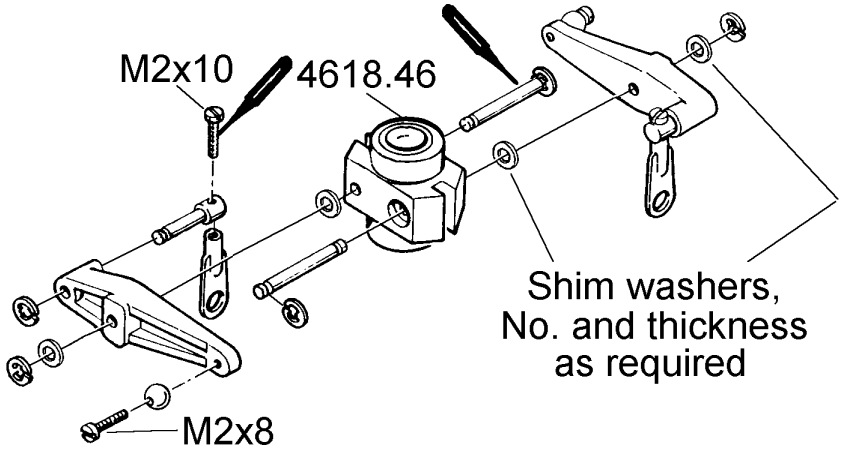
1.11 Installing the gyro platform *(bag UM-7)*

Fix the gyro platform holders 4450.16 to the side frames using 2.2 x 9.5 mm self-tapping screws. At a later stage the gyro platform 1291.12 can be fixed to the supports using four 2.2 x 6.5 mm self-tapping screws, but only after the servos have been installed.



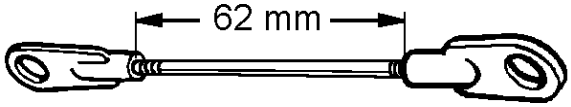
1.12 Collective pitch compensator and swashplate *(bag UM-8)*

The collective pitch compensator 4618.47A is assembled as shown in the drawing.

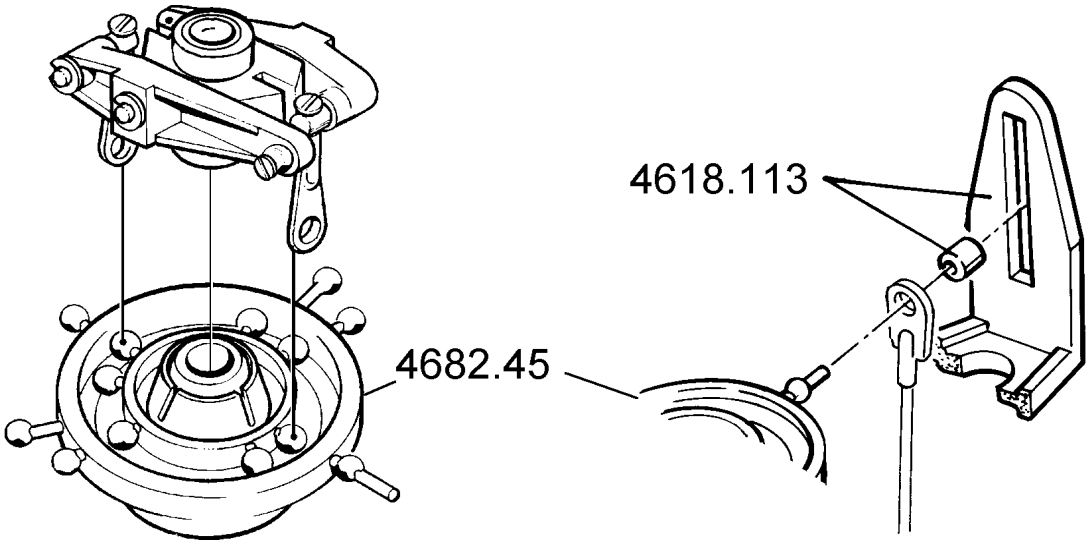


First fit a circlip on each of the brass rods, and glue them in the holes in the collective pitch compensator hub 4618.46 using bearing retainer fluid, ensuring that the circlips engage fully in the recesses. De-burr the collective pitch compensator arms and slip them on the projecting ends of the brass rods, fitting at least one shim washer between the hub and the arm in each case. Note that the arms must be free to rotate on the rods; de-burr the holes if necessary. Fit the outer circlips, and check that there is no axial play in the arms on the rods; if there is detectable play, extra shim washers must be fitted.

Make up three pushrods as shown in the drawing, using the threaded rods 4618.51 (2 mm Ø, 75 mm long) and six ball-links 4618.55. The stated dimension refers to the actual clearance between the ball-links, as shown.



The first pushrod is fitted to the rear linkage point on the swashplate. Slip the ball-link over the guide pin on the swashplate 4682.45 and snap it onto the linkage ball. Now fit the brass sleeve (from 4618.113) onto the guide pin and grease it well. Slip the swashplate onto the main rotor shaft, routing the attached pushrod down through the opening behind the dome bearing holder; at the same time carefully ease the swashplate guide 4618.113 back, so that the brass sleeve on the swashplate guide pin engages in the channel in the swashplate guide.
Fit the collective pitch compensator on the main rotor shaft, and press the two ball-links onto the appropriate linkage balls on the swashplate inner ring, as shown in the drawing.

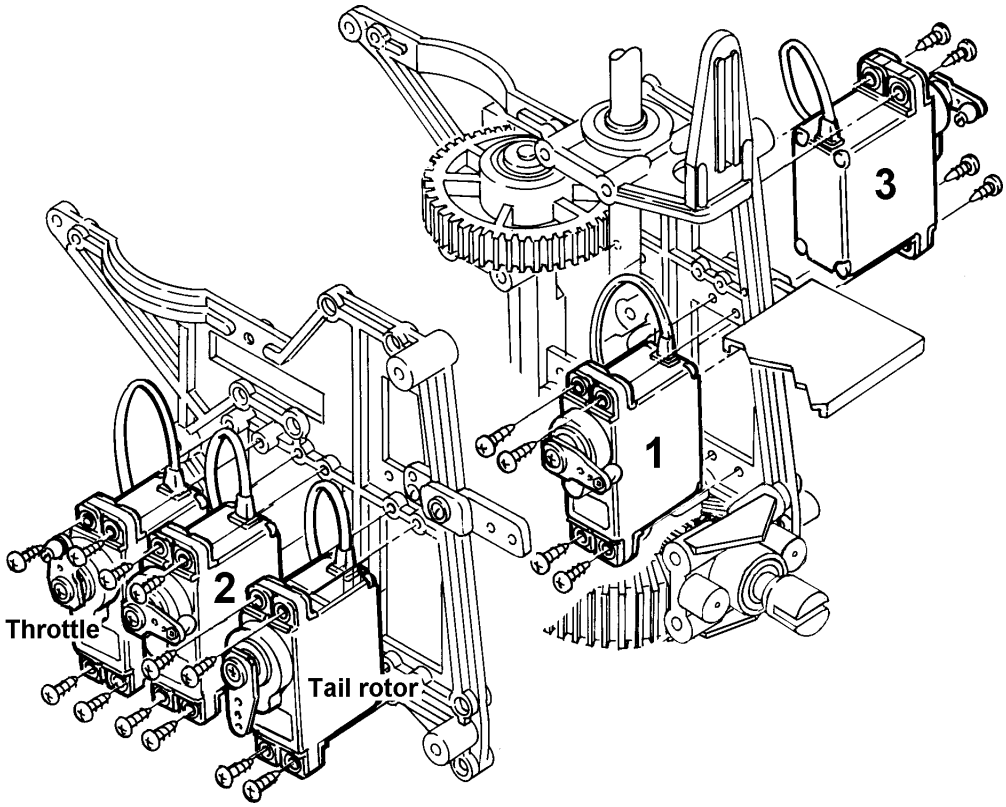


2. Installing the radio control system *(bag UM-9)*

2.1 Mounting the servos

Attach brass linkage balls *to the inside* of the pitch-axis servo arm (1), and the output arms of the roll servos (2) + (3), using M2 x 10 screws, and secure them with M2 nuts on the outside. Apply thread-lock fluid between screw and ball and also in the nut. The distance from the servo output shaft axis to the ball centre should be about 18 mm. The first servo to be installed is the pitch-axis servo, which should be placed in the servo aperture in the right-hand side frame from the inside, with the output shaft at the top. Secure it with four screws, rubber grommets and tubular metal spacers (these parts supplied with the servos). Note that the tubular spacers should be fitted in the rubber grommets from the underside, and the screws fitted from the top. *The servo mounting holes in the mechanics are intentionally offset slightly towards the outside; this places the rubber grommets under slight tension when the screws are fitted, and this in turn improves overall control precision.*

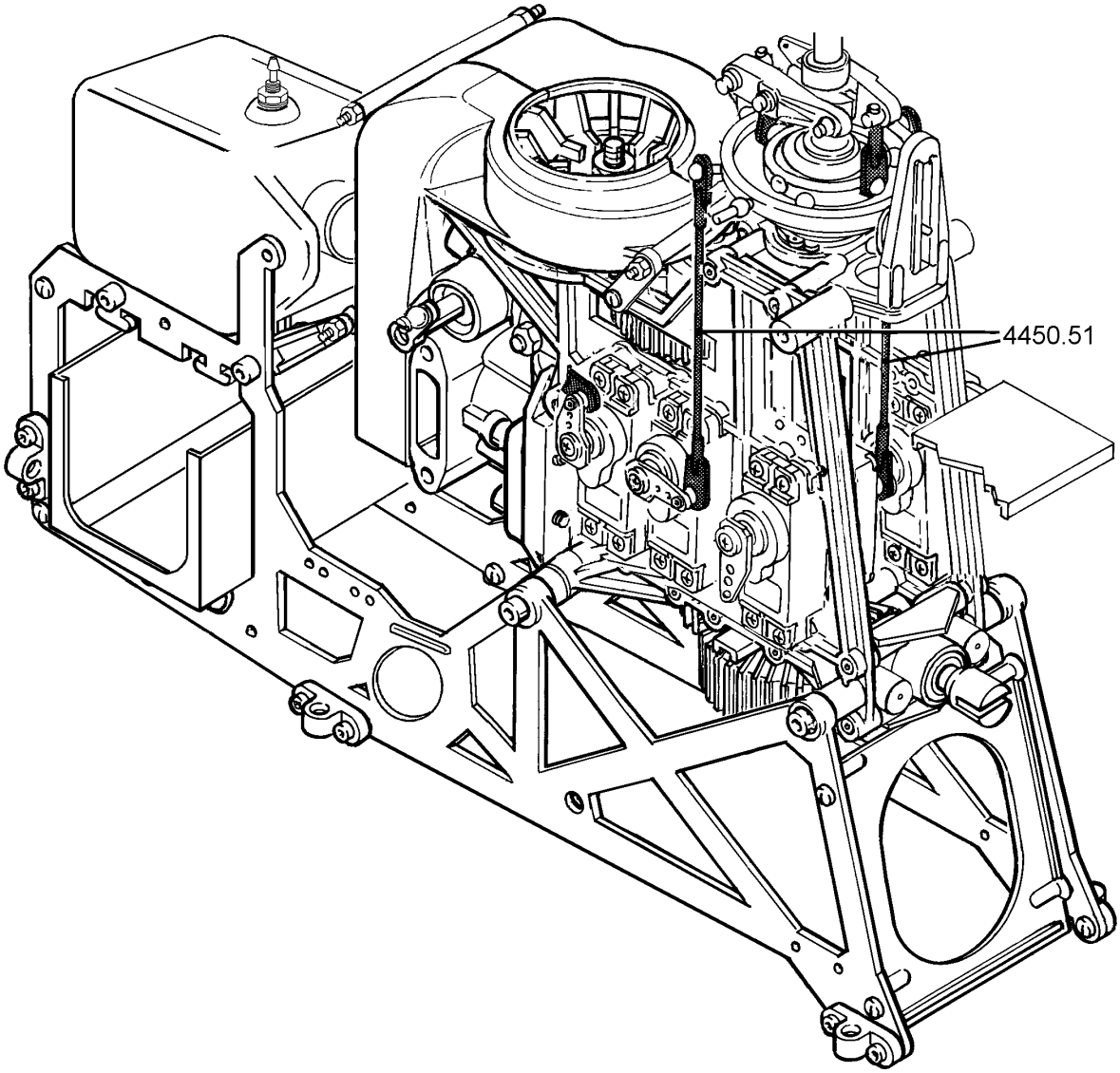
Install the roll servos in the right and left side frames from the outside, with their output shafts also at the top (see drawing). Secure each with four screws as already described. Connect the servos to the receiver in the sequence explained in the RC system instructions, then switch on the RC system and activate the swashplate mixer at the transmitter (setting: symmetrical three-point linkage, two roll servos, 1 pitch-axis servo at the rear). Set the collective pitch, pitch-axis and roll controls to neutral, and fit the output arms on the servos, at right-angles to the rotor shaft. Fit and tighten the output arm retaining screws.



The tail rotor servo can now be installed in the left-hand side frame from the outside, with the output shaft again at the top. Fit the retaining screws. The servo output arm should point straight down, and should be parallel to the main rotor shaft when the collective pitch stick is at centre. Fix a brass linkage ball *to the outside* of the throttle servo output arm, and secure it with an M2 x 10 screw, secured with an M2 nut from the rear. Remember to apply thread-lock fluid between screw and ball and also in the nut. The distance from the output shaft axis to the ball centre should be about 11 mm. Mount the throttle servo in the left-hand side frame with the output shaft at the top and the servo output arm facing up.

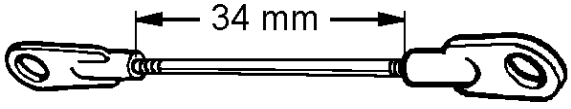
The servo leads can now be routed through the remaining vacant servo aperture at the front of the right-hand side frame, and routed forward along the right-hand side of the mechanics to the receiver. Bundle the wires together in spiral tubing. Please take great care when deploying the servo leads; eliminate any chance of wires contacting shafts or gears, as the model could easily crash if the wires chafe and rub through.

The next stage is to link the swashplate servos to the swashplate using the pushrods already prepared, to form a 120° linkage.

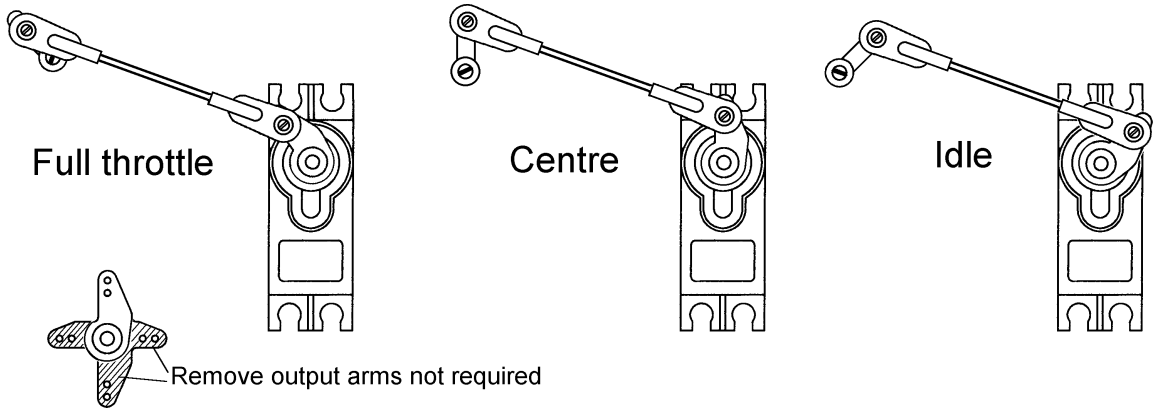


A four-point swashplate linkage is also possible; details of this alternative installation are left up to the builder. In this case one further servo is installed in the vacant servo aperture in the mechanics, and connected to the appropriate linkage point on the swashplate by means of a 2.5 mm Ø pushrod, which has to be angled to suit. The pushrods from servos 2 and 3 are then connected to the lateral (90°) linkage points on the swashplate. You will need to activate a four-point swashplate mixer at the transmitter.
If you decide to install a four-point linkage, it is very important to adjust the pushrods really accurately, otherwise the opposed servos may be under constant strain. This is the procedure: switch on the radio control system and set the collective pitch stick to centre (servo output arms at 90° to the pushrods). Disconnect one swashplate pushrod. Adjust the three remaining pushrods until the swashplate is exactly horizontal. The length of the fourth pushrod should now be adjusted very carefully so that it can be pressed onto the swashplate linkage ball without moving it, i.e. without straining any other servo.

Make up the throttle pushrod as shown in the drawing, using the threaded rod 4445.84 (2 mm Ø, 45 mm long) and two ball-links 4618.55; the stated dimension refers to the actual clearance between the ball-links.



Connect the carburettor arm to the throttle servo output arm using this pushrod, as shown in the drawings:



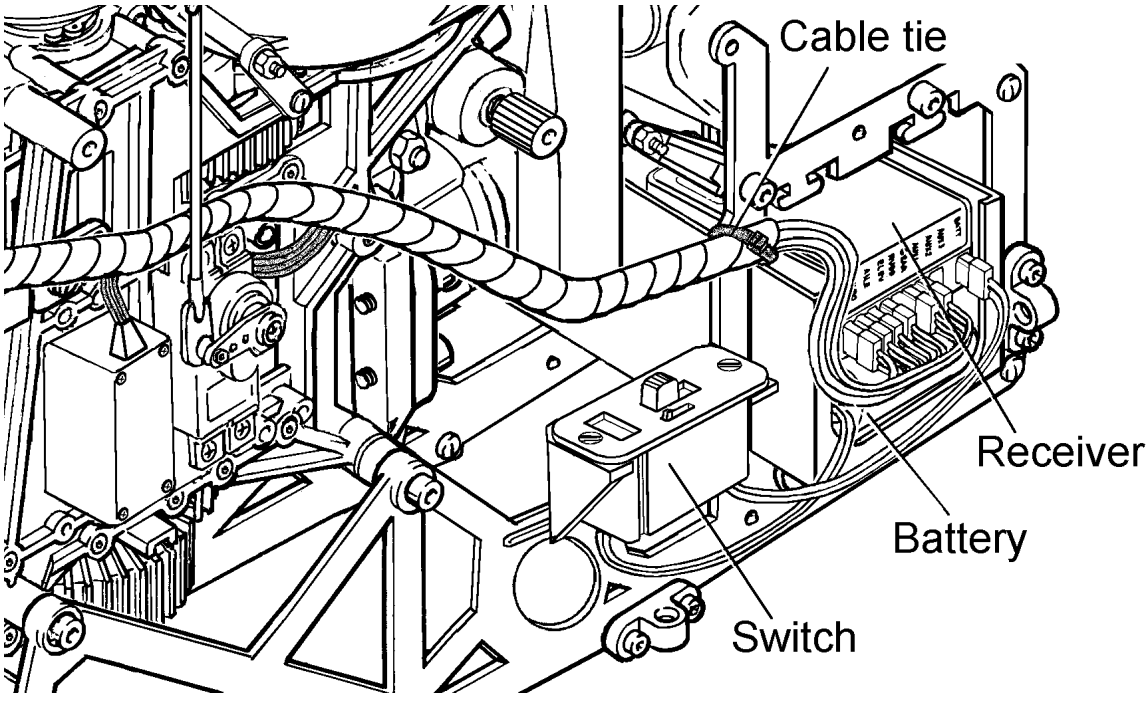
2.2 Installing the remaining radio control system components

To attach the gyro system to the gyro platform we recommend the use of double-sided foam tape, e.g. Order No. 742. The cables should be grouped with the servo leads and routed forward along the side of the mechanics to the receiver.

Pack the receiver battery in foam rubber, with the receiver above it, and stow these components in the RC box, where they are secured with rubber bands. Note that the receiver sockets should be on the right-hand side, so that the servo cables can be plugged in directly, without the need for extension leads.

Bundle the cables together with spiral tubing, and attach them to the mechanics using cable ties. It is important that the wires are not under stress, make no contact with rotating parts, and do not rub or chafe against any sharp edges or corners.

Install the receiving system switch on the switch console, which is screwed to the right-hand side of the sub-structure. Connect the switch to the battery and receiver in the usual way.

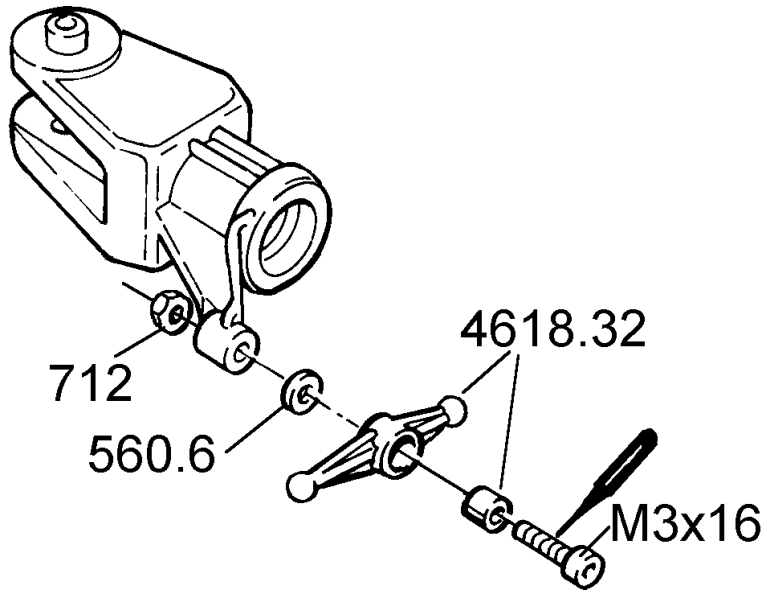


3. Assembling the main rotor head *(bag UM-10)*

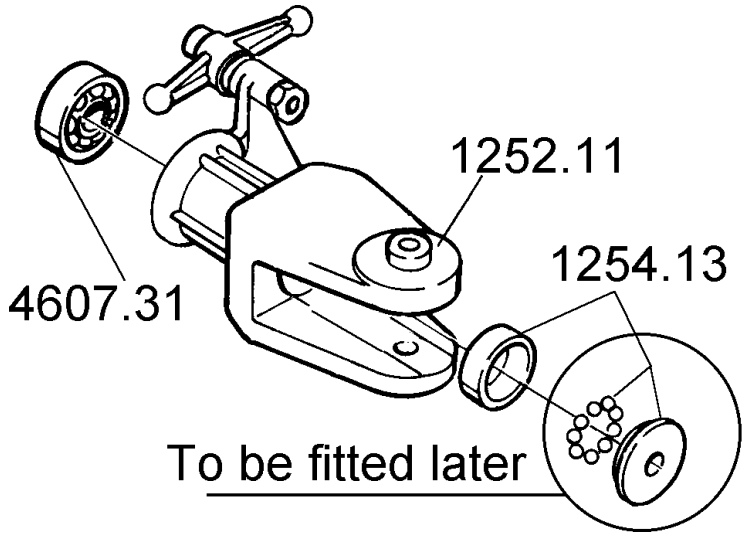
The main rotor head is assembled as shown in the illustrations. All ballraces must be greased.

3.1 Preparing the blade holders

The first step is to glue the brass sleeves from 4618.32 to the M3 x 16 screws using thread-lock fluid. Allow the fluid to cure. Check that the mixer levers 4618.32 swivel freely on the brass sleeves; if not, remove any rough edges from the mixer lever bores, and lubricate with silicone oil. The mixer levers are screwed in place using the M3 nuts.



Press the radial bearings 4607.31 and the shell of the combination bearings 1254.13 into the blade holders 1252.11 as shown in the drawing. Push them in as far as they will go.



Now check that the prepared blade holders, complete with the bearings 4607.31, can be slid easily onto the blade pivot shaft 4607.29. If necessary, rub down the blade pivot shaft with fine abrasive paper (600-grit or finer) until the bearings are a sliding fit on the shaft.

3.2 Installing the blade holders

Press the two O-rings 4607.28 into both sides of the rotor head hub 4682.26, grease the blade pivot shaft and slide it through the O-rings. Set it exactly central, i.e. projecting by an equal amount on both sides. It is important that the shaft does not push the O-rings out of their seatings. Now hold this assembly with the blade pivot shaft standing vertical. Fit a 0.2 mm shim washer from 4450.56 on the shaft from the top, followed by a blade holder, noting that the holder must be the correct way round: the mixer lever on the blade pitch arm must be located in front of the blade (see drawing). The blade pivot shaft should now project into the shell of the combination bearing 1254.13 at the top.

Fill the bearing shell with grease, and place exactly 14 steel balls in the shell, where the grease will prevent them rolling about.

During this procedure the blade pivot shaft must always project far enough into the bearing shell to prevent the balls falling inward, between the blade holder and the blade pivot shaft.

To complete the first end of the blade pivot shaft, fit the thrust washer of the combination bearing on top, with the ball channel facing inward, and tighten the M5 x 12 socket-head cap screw.

Turn this assembly over, so that the blade holder you have just installed is at the bottom, and fit the second blade holder on the blade pivot shaft using the same procedure, not forgetting the 0.2 mm shim washer.

Take great care not to allow the blade pivot shaft to project too far through the hub and blade holder, otherwise the balls may fall out of the combination bearing you first assembled!

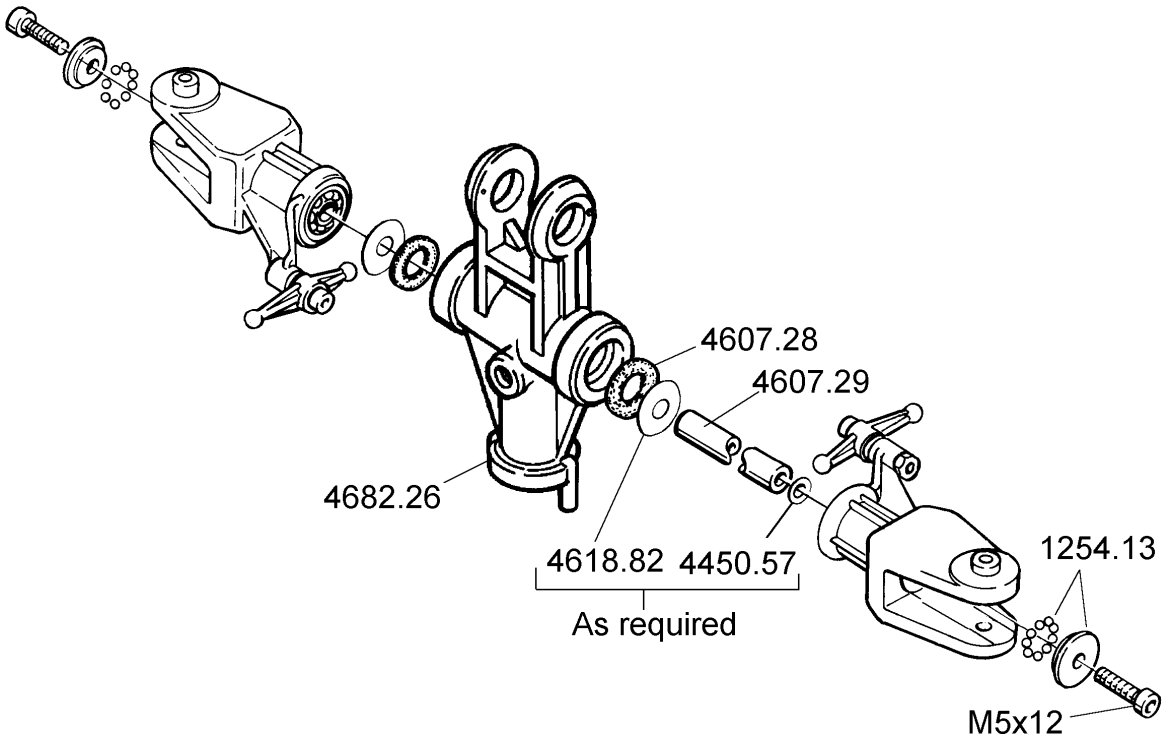
The second combination bearing can now be completed following the procedure outlined above. Tighten the M5 x 12 socket-head cap screw.

Check that both blade holders rotate freely, and if necessary tap the holders and hub with the handle of a screwdriver so that the bearings seat themselves properly; this procedure helps to remove any stress from the bearings.

If the blade holders are stiff to move because they are being pressed against the hub, fit a spacer washer 4450.57 between the thrust washer of one of the combination bearings and the blade pivot shaft.

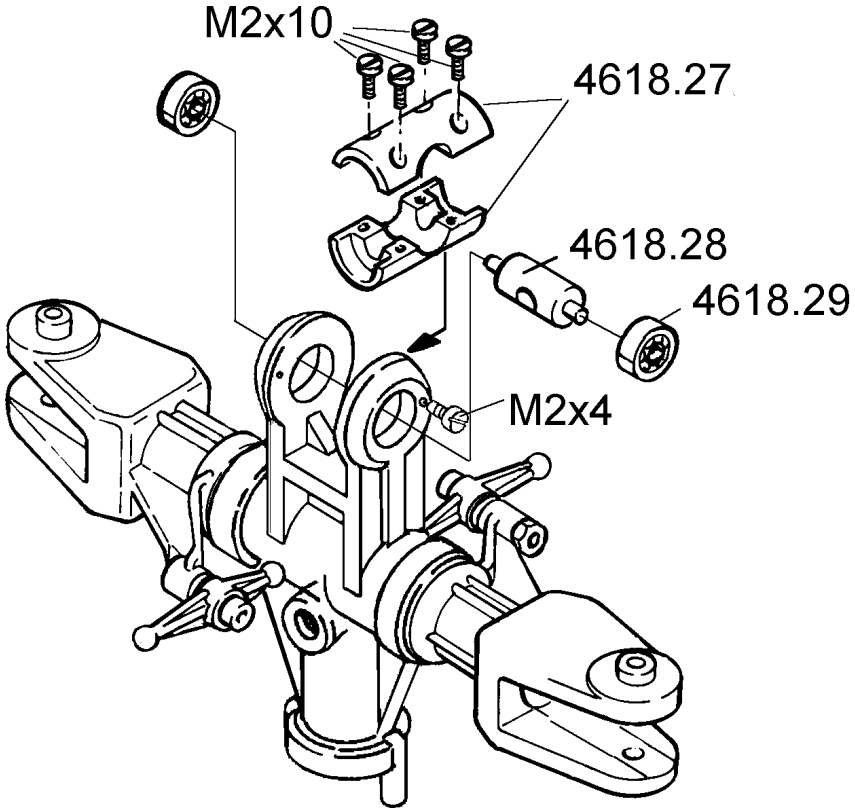
If you have to dismantle the combination bearing, take care that no balls fall out!

Once you are confident that the blade holders swivel freely, apply thread-lock fluid to the M5 x 12 socket-head cap screws and tighten them fully. If it was necessary to fit a spacer washer 4450.57, be careful when tightening the socket-head cap screws, otherwise the brass washer could be pushed out of shape.

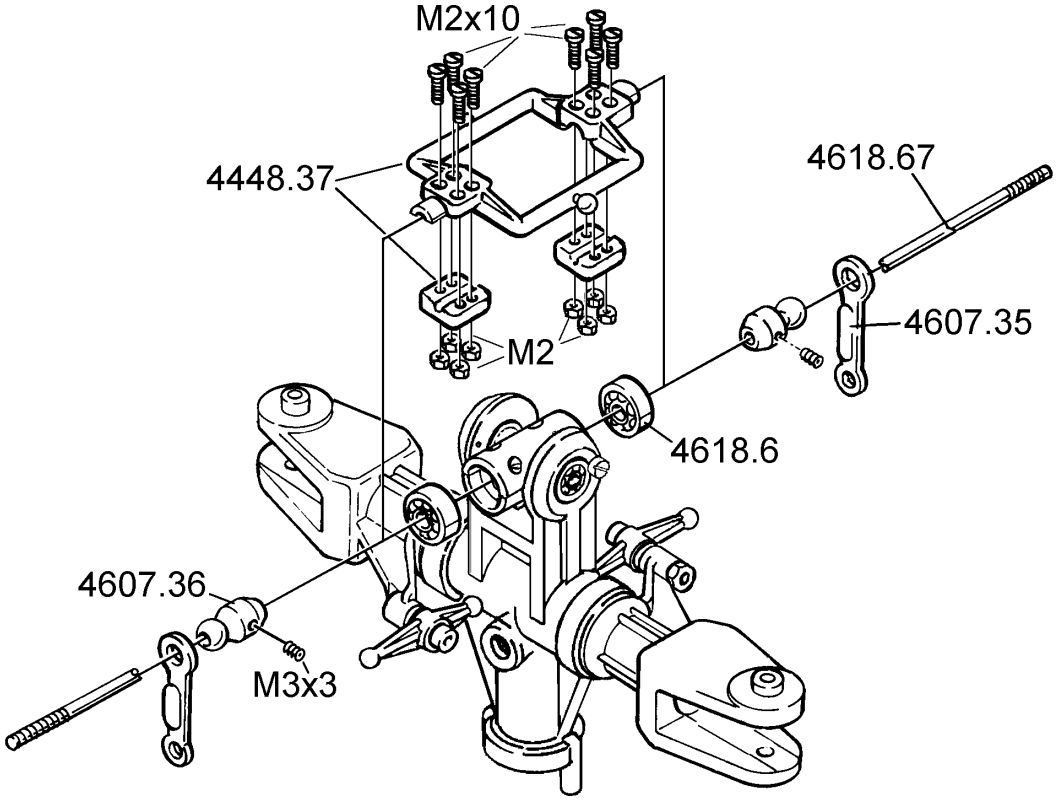


3.3 Assembling the Hiller rotor

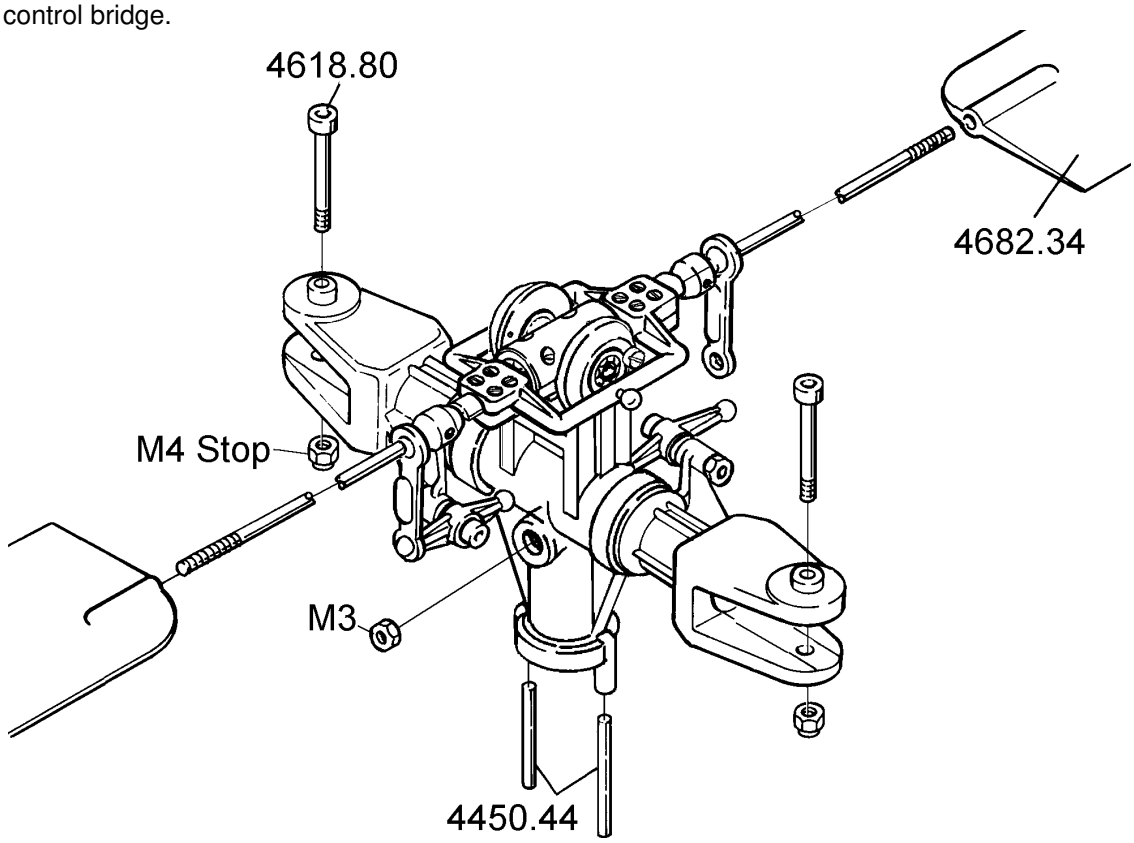
Assemble the rocker 4618.27 as shown in the drawing. Note that the hole in the pivot bar 4618.28 must line up with the through-hole in the rocker, to ensure that the flybar can be slid through later without jamming or binding. Fit an M2 x 4 screw on the outside on each side to fix the two ballraces to the hub. Check that the rocker rotates freely.



Press the ballraces 4618.6 into both sides of the rocker 4618.27. Slide the flybar 4718.67 through the rocker and set it exactly central, i.e. projecting out of the bearings by an equal distance on both sides.

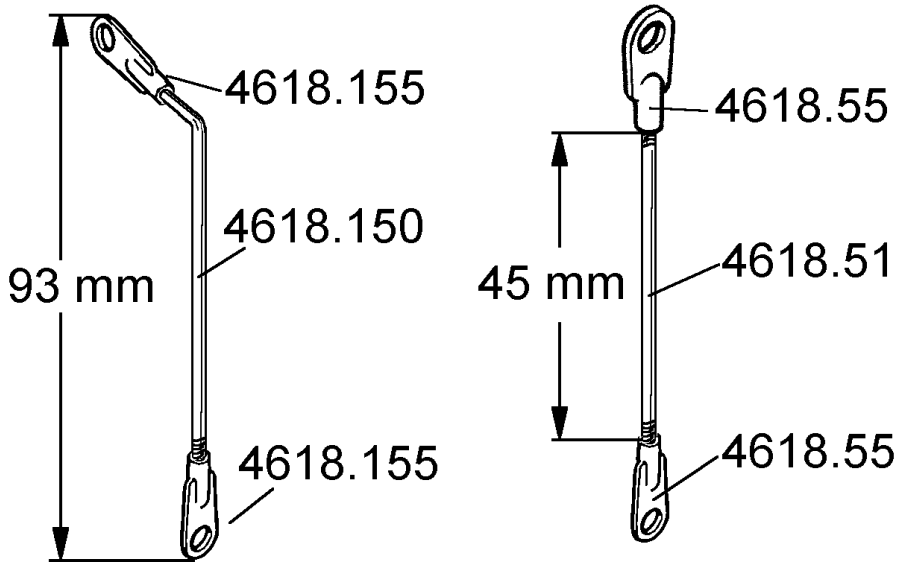


Roughen the surface of the flybar at the point where the control bridge 4618.37 is to be clamped. Screw the control bridge to the flybar, applying thread-lock fluid between the bar and the control frame to prevent any danger of the flybar rotating in the control bridge during violent aerobatic manoeuvres.
Slip the ball-collets 4607.36 on both ends of the flybar, and position them resting against the control bridge. Before fitting the M3 x 3 grubscrews apply a drop of thread-lock fluid to the threaded holes in the ball-collets. Press the double ball-links 4607.35 into place as shown.
Apply thread-lock fluid to the sockets in the flybar paddles 4682.34, and screw them onto the ends of the flybar to a depth of exactly 15 mm. Set them exactly parallel to each other and to the control bridge.



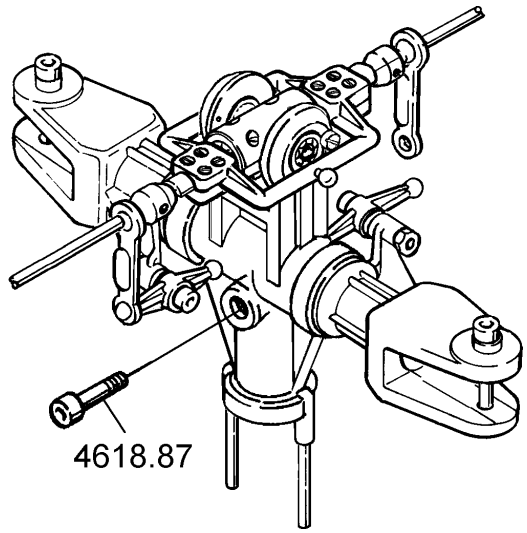
Press an M3 nut into the recess in one side of the rotor head hub, and press the two guide pins 4450.44 for the collective pitch compensator into the holes, applying thread-lock fluid to the sockets first.

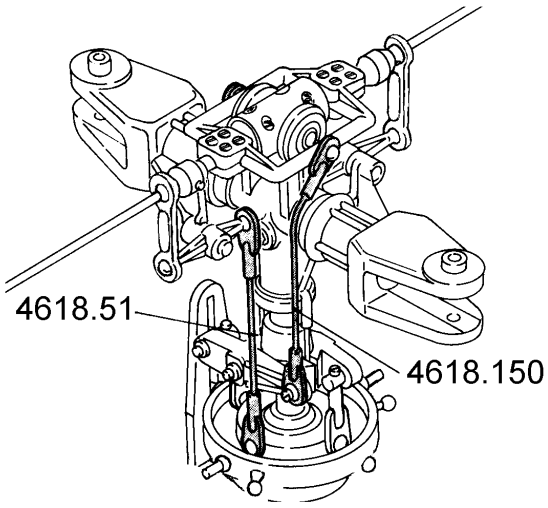
Make up two straight and two angled pushrods as shown in the drawing.



3.4 Installing the main rotor head

Fit the main rotor head on the main rotor shaft.
Align the hole in the rotor head with the top cross-hole in the main rotor shaft, then fit the special screw 4618.87 to fix the parts together.





The next step is to install the pushrods 4618.150 and 4618.151 which you have just prepared; their positions are shown in the drawing. Note that the arms of the mixer levers 4618.32 are of different length: the double ball-links attached to the flybar must be pressed onto the longer lever arms, whereas the straight pushrods run from the shorter, inner levers to the swashplate.

The angled pushrods 4618.150 now have to be adjusted in order to obtain maximum possible collective pitch adjustment range. This is the procedure:

Disconnect the ball-links on the swashplate outer ring (if necessary), and slide the swashplate up as far as it will go. The swashplate should now rest against the collective pitch compensator when the compensator itself is resting against the bottom face of the main rotor head.

If this is not the case, the angled pushrods must be adjusted as follows:

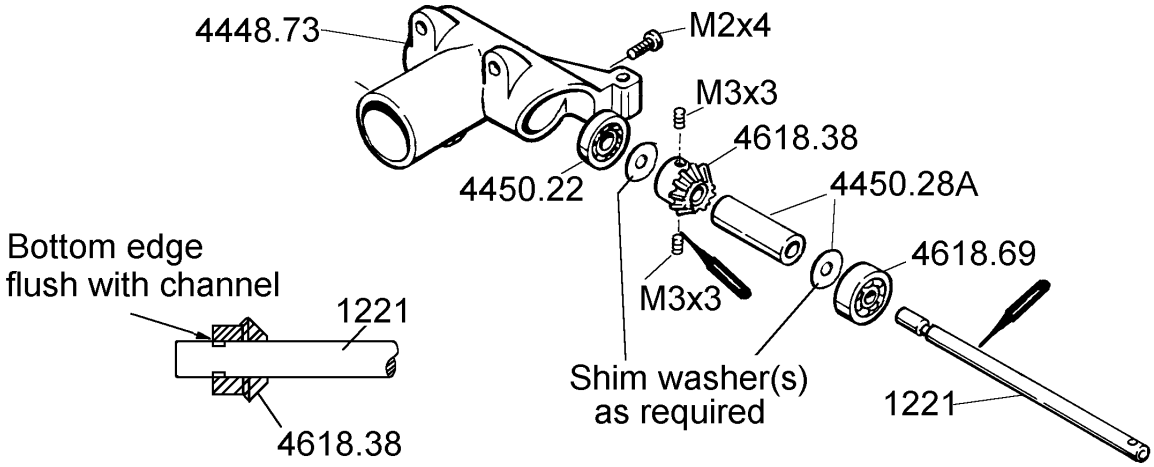
- The swashplate rests against the collective pitch compensator, but there is a gap between the collective pitch compensator and the rotor head: ⇨ shorten both pushrods.
- The swashplate rests against the rotor head, but there is a gap between the swashplate and the collective pitch compensator: ⇨ lengthen both pushrods.

It is essential to adjust the length of both pushrods by the same amount, i.e. they must always be exactly the same length.

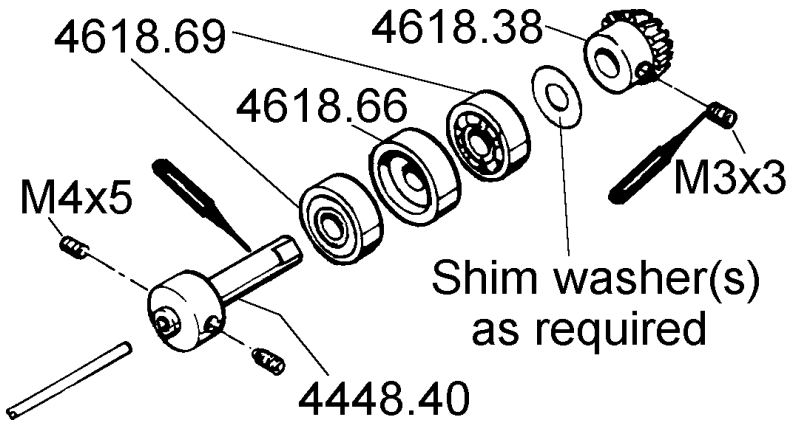
Now carry out the fine adjustment of the auxiliary rotor, ensuring that the Hiller paddles run parallel to the swashplate when the swashplate is exactly horizontal. If you need to adjust the length of the pushrods 4618.150, always adjust them in opposite directions by the same amount; never adjust only one of them!

4. Assembling the tail rotor gearbox *(bag UM-11, 11A)*

Fit the bevel gear 4618.38 on the tail rotor shaft 1221 as shown in the drawing. Apply a drop of thread-lock fluid to the threaded holes in the bevel gear, then fit the M3 x 3 grubscrews. One of the two grubscrews must engage squarely on the machined flat in the tail rotor shaft. Take care not to tighten the grubscrews so much that they force the bevel gear out of shape, as this will prevent it running true. Fit the spacer sleeve 4450.28A and the bearings 4618.69 and 4450.22 on the tail rotor shaft, pushing them hard up against each other. Slide this assembly into the tail rotor gearbox 4448.73 as far as it will go, and fit the M2 x 4 retaining screw. Check that there is absolutely no axial play in the shaft; to take up any slack fit 5/10 x 0.1 mm shim washers in the position shown.

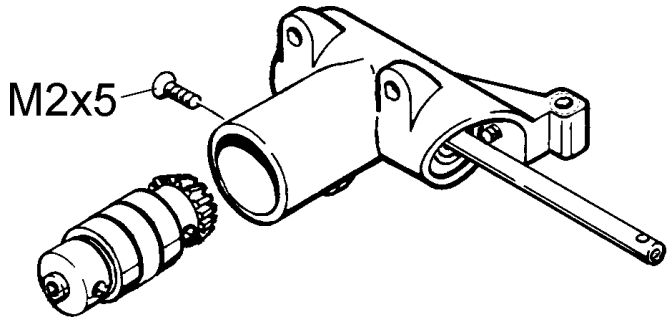


Fit the ballraces 4618.69 and the spacer 4618.66 on the tail rotor input shaft 4448.40 as shown in the illustration. Apply bearing retainer fluid, Order No. 951, before fitting the bearings.
The bearings must not be under stress; if necessary tap on them using a screwdriver handle or similar, so that they automatically seat correctly on the shaft. Allow the bearing retainer fluid to dry.
Fit a 5/10x0.1shim washer and a bevel gear 4618.38 on the tail rotor input shaft 4448.40 as shown in the illustration without using bearing retainer fluid at this stage.
Fit and tighten the M3 x 3 grubscrews in the bevel gear. Note that one of the two grubscrews must engage squarely on the machined flat in the tail rotor input shaft.



Now fit the prepared drive shaft assembly into the tail rotor housing, and line up the hole in the spacer 4618.66 with the hole in the tail rotor housing, then secure it with an M2 x 5 countersunk screw.
Fit a steel rod (screwdriver blade or similar) through the threaded holes in the coupling 4448.40. Using the rod as a handle, pull hard on the coupling (against the countersunk screw joint), so that the tail rotor drive assembly seats itself in the housing with maximum possible gear

meshing clearance between the bevel gears, as if under maximum load. Now check that the tail rotor gearbox runs smoothly, with just detectable meshing clearance in the bevel gears.

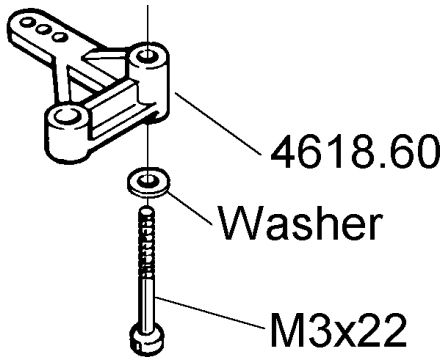


If the play in the gears is too slight, i.e. the gears are stiff to move, you will need to remove the drive assembly again and remove the shim washer under the bevel gear. If, however, there is too much play in the gear meshing insert additional shim washers. If you work carefully, making small adjustments, it is possible to set up the bevel gears so that they work freely but **without** backlash. Reinstall the unit, repeat the pulling procedure as described above, and you should find that the gear meshing clearance is correct.

***Note**: if you still cannot set the gear meshing clearance to your satisfaction, the problem may be that the bevel gear on the tail rotor shaft is located too far outward due to manufacturing tolerances, and is not engaging correctly with the bevel gear on the input shaft. If this is the case, you will find that the tips of the teeth of the bevel gear 4618.41 are already fouling the spacer sleeve 4450.28A, and yet there is backlash in the meshing clearance. In this case you must fit the shim washers between the bevel gear 4618.38 and the bearing 4450.22, instead of between the spacer sleeve and the bearing 4618.69, until the desired slight meshing clearance is present.*

Now remove both assemblies again, apply bearing retainer fluid, Order No. 951, to the bearings, the setscrews, and the bevel gear on the input shaft, re-fit them on the tail rotor shaft and the input shaft, and assemble the parts permanently.

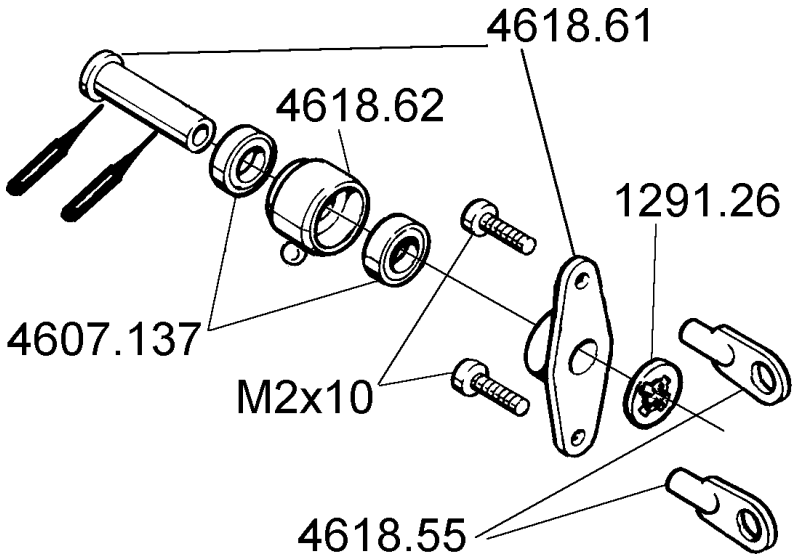
Fit a 3 mm Ø washer on the M3 x 22 socket-head cap screw, followed by the tail rotor bellcrank 4618.60.



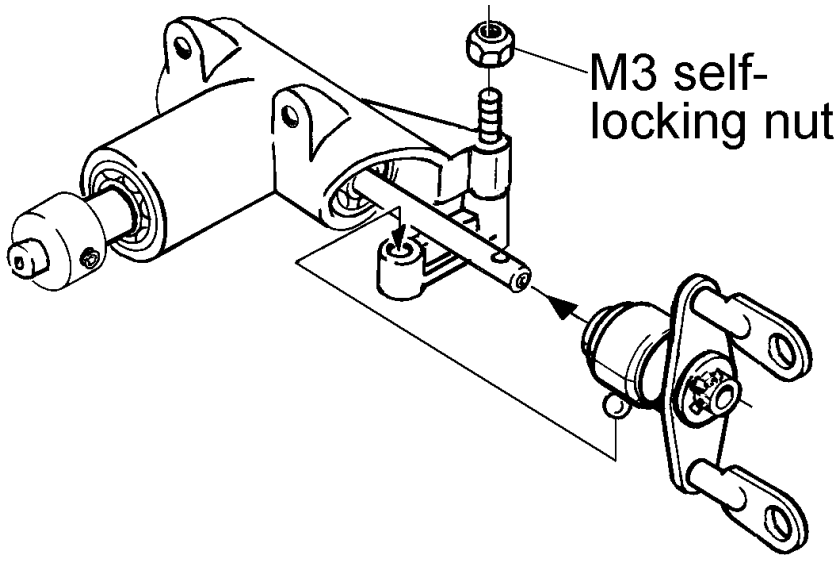
Check that the bellcrank rotates freely on the screw. If necessary de-burr the bore of the bell-crank and lubricate it with silicone oil. With the bellcrank on the screw, fit the screw in the hole in the shoulder of the tail rotor housing and tighten it by a few turns; do not secure it permanently at this stage because the control bridge, which is described in the next section, must first be installed.

5. Assembling the control bridge *(bag UM-11B)*

Press the ballrace 4607.137 into the control ring 4618.62 as far as it will go. Apply a little thread-lock fluid to the control sleeve 4618.61, taking care not to allow it to run between the control ring and the control sleeve. Push this assembly onto the control sleeve, with the inner ring of the ballrace resting against the flange of the control sleeve.

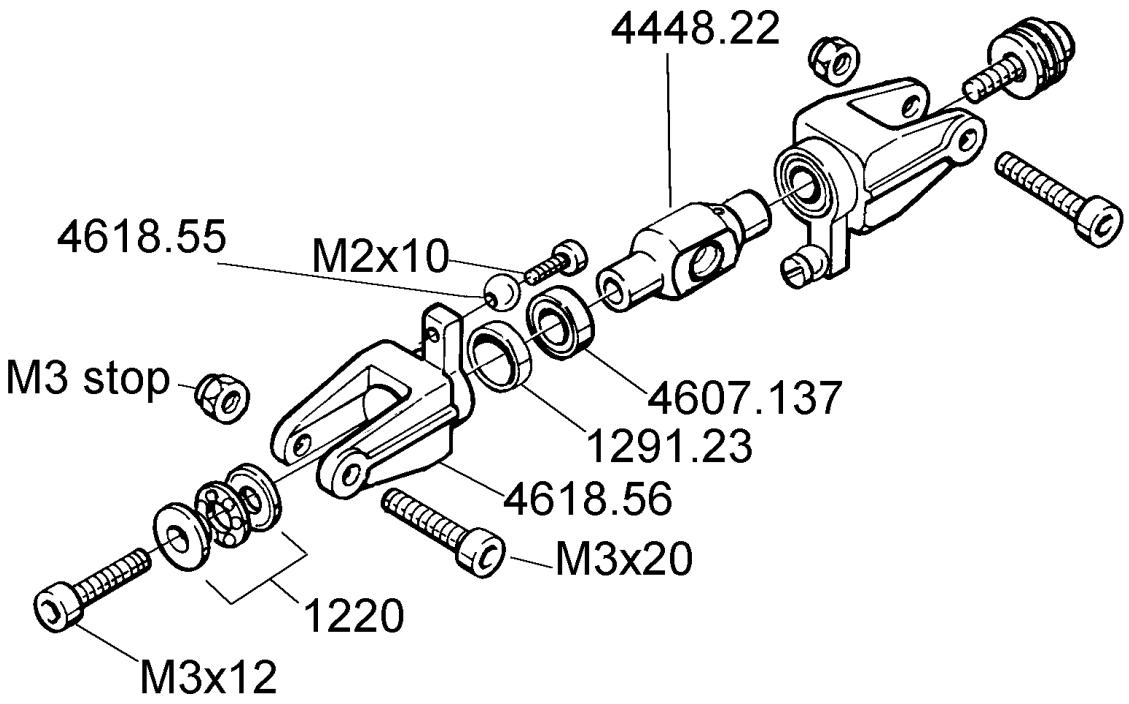


Fit the two ball-links 4618.55 on the control bridge 4618.61, slide it onto the control sleeve, and press it against the inner ring of the other ballrace. Press the shakeproof washer 1291.26 on the control sleeve and against the control bridge.
Check that the control ring can rotate easily on the control bridge, but without any axial play at all. If the ring is stiff to turn, it is likely that the two bearings are stressed against each other, and this can usually be corrected by tapping them with the handle of a screwdriver.
Fit the control bridge on the tail rotor shaft, then engage the actuator lever on the ball on the control ring, and tighten the M3 x 22 screw so that the lever and control bridge move freely but without slop; finally secure it using the M3 self-locking nut.



6. Assembling the tail rotor head *(bag UM-11C)*

Assemble the tail rotor head as shown in the drawing, greasing all bearings as you install them.

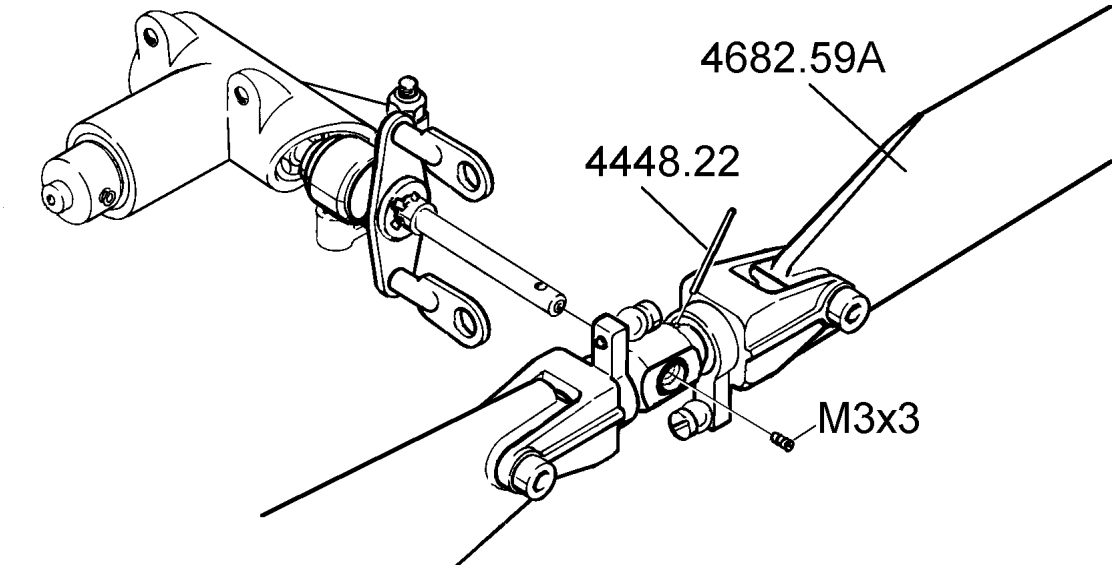


Place the two O-rings in the hub 4448.22 and press them into the channels. Oil the O-rings, fit the tail rotor head on the tail rotor shaft, and line up the cross-hole in the shaft accurately with the hole in the hub, and press the pin 4448.22 into place to fix the parts together. The pin is secured in turn by fitting the M3 x 3 grubscrew.

Note the correct orientation of the hub, as shown in the drawing.

Fix the tail rotor blades in the blade holders using the two M3 x 20 screws. The tail rotor blade fixing screws must not be over-tightened; the blades should just be free to swivel, so that they can align themselves in the optimum position when they spin up to speed.

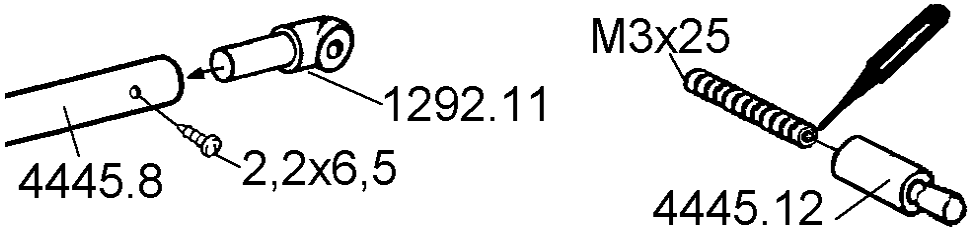
Note the orientation of the tail rotor blades: when viewed from the left-hand side, the tail rotor rotates clockwise („bottom blade forward"); and the blade pitch arms on the blade holders must be located in front of the blades.



7. Tail boom *(bag SR-0)*

7.1 Assembling the tail boom braces *(bag SR-1)*

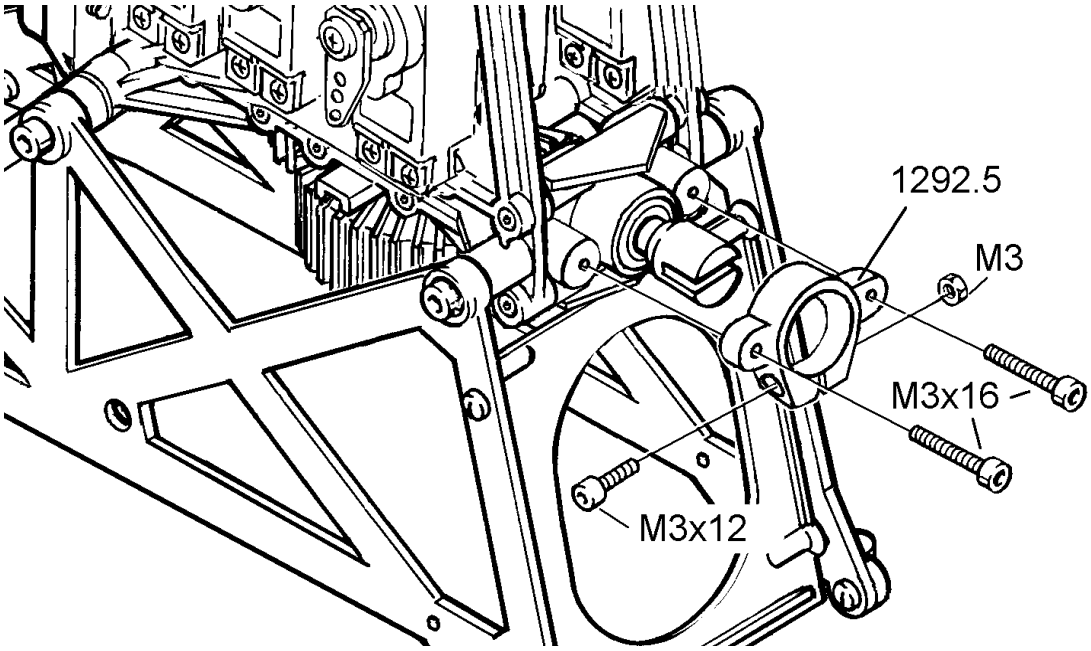
Press the strut end-pieces 1292.11 into both ends of the aluminium tail boom braces 4445.8 as far as they will go, and set the eyes parallel to each other. Drill a 1.5 mm Ø pilot-hole through each brace and into each end-piece, and fit 2.2 x 6.5 mm self-tapping screws to secure them.



Apply bearing retainer fluid to the M3 x 25 grubscrews and screw them into the two canopy stand-off pillars 4445.12 as far as they will go. Allow the fluid to cure completely.

7.2 Preparing the mechanics for mounting the tail boom

Screw the tail boom flange 1292.5 to the bearing holder 4448.14 on the mechanics using two M3 x 16 socket-head cap screws. Press the M3 x 12 socket-head cap screw and M3 nut into the tail boom clamp, and tighten the screw fully to cut the threads. Loosen the screw again to the point where the tail boom can be pushed into place later.



7.3 Preparing the tail boom *(bag SR-2)*

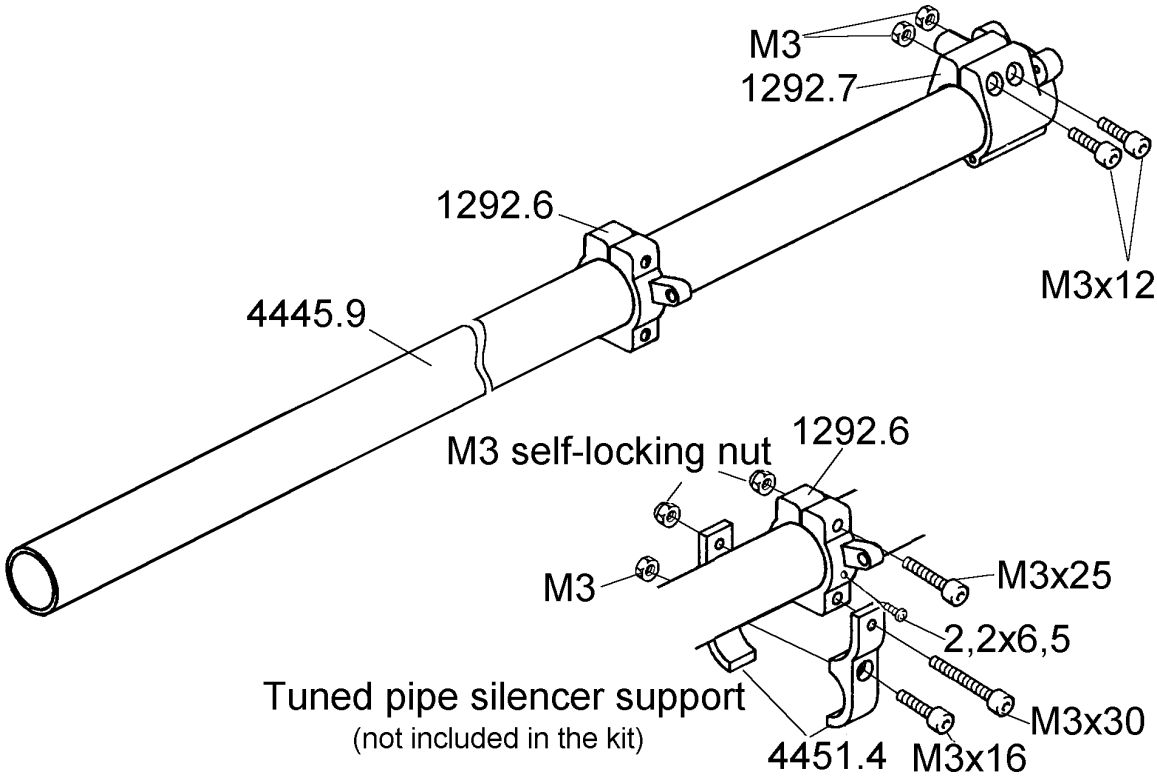
Note that the tail boom is curved *at the front end*; the purpose of the curvature is to raise the tail boom towards the tail. This increases tail rotor ground clearance, but - importantly - also ensures that the tail rotor drive shaft runs in a gentle curve, and thereby runs smoothly, without vibrating.

Push the two shaft bearings 1292.10A into the tail boom 4445.9 using a length of beech dowel or similar. The front bearing should be located 200 mm from the front end of the boom, and the rear bearing 300 mm from the rear end. The spherical recess in both bearings should face forward. Now place the guide ring 4451.7 in the front end of the tail boom, with the conical opening facing the rear, and set it at a depth of exactly 27 mm. When the tail drive system is connected, the union sleeve is guided accurately onto the coupling yoke by means of the guide ring.

The front shaft coupling can now be prepared; you must work carefully here, as the coupling must engage automatically inside the tail boom without you being able to see what is happening, and without using tools. For this reason it is important that the brass coupling sleeve 4618.58 is an easy sliding fit over the coupling yoke 4618.57. If necessary, remove any rough edges from the yoke, or reduce it in size slightly using fine abrasive paper. Slide the tail rotor drive shaft, Order No. 4451.19, into the coupling sleeve, and push it fully forward so that the pre-formed part engages inside the sleeve. Fit a grubscrew in the collet 56.0, slide it along the tail rotor shaft and position it just aft of the sleeve. Push the tail rotor shaft into the coupling yoke as far as it will go, then slide the sleeve over the yoke to the same extent. Position the collet on the shaft with about 1 mm clearance to the sleeve, and tighten the grubscrew fully.

7.4 Completing the tail boom

Fit the tail rotor flange 1292.7 on the rear end of the tail boom, then slide a support flange 1292.6 along the boom as shown in the drawing. Note that the gap in the support flange must be on top, and the moulded-in bored lug must be on the left-hand side.



If you intend to use a tuned pipe silencer, you will need to install an additional support for it on the tail boom, forward of the tail boom brace flange, as shown in the drawing. The parts for this are not included in the kit, and must be purchased separately.

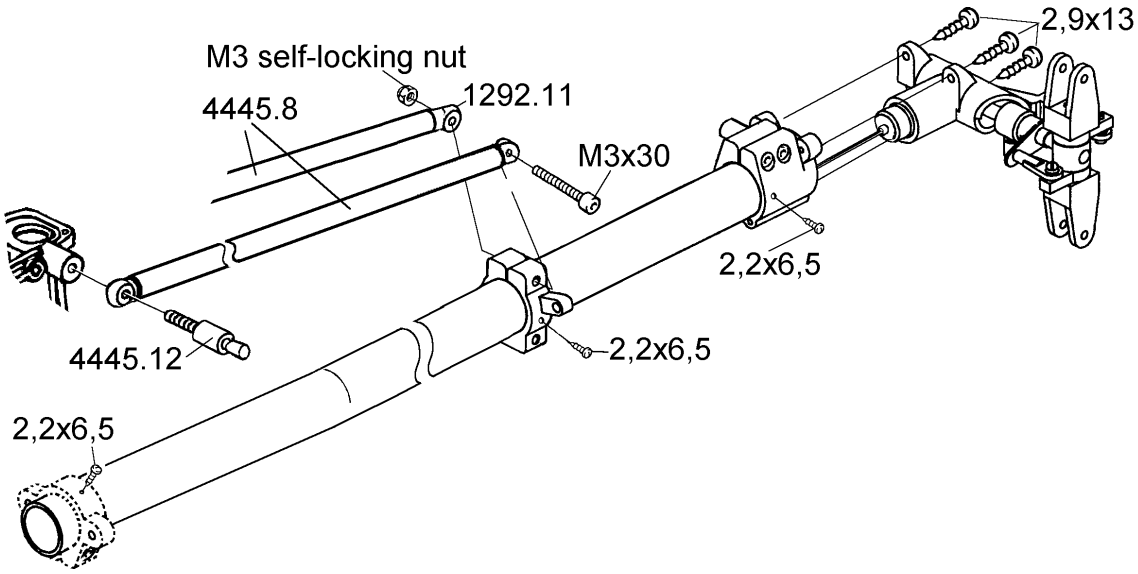
7.5 Determining the correct length of the tail rotor drive shaft

Remove the tail rotor drive shaft from the mechanics, oil it lightly, and slide it through the shaft bearings in the tail boom, rotating it all the while, until the rear end projects out of the tail boom far enough to be inserted in the tail rotor coupling. Push the shaft in as far as it will go, then pull it back again by 1 mm, and temporarily tighten the grubscrews in the coupling to secure it in this position. When finally assembled, the tail rotor shaft must have about 1 mm axial play in the front coupling yoke, and that is why you are temporarily setting up 1 mm clearance at the tail end. Later you will push the shaft into the tail rotor coupling as far as it will go, and the clearance will appear at the front end. Temporarily insert the tail boom in the tail boom flange 1292.5, at the same time pushing the tail boom fully onto the bearing holder 4448.14. Secure the tail boom by tightening the clamping screw in the flange. Slide the tail rotor into the tail boom from the rear, and rotate the shaft to ensure that the front end engages in the quick-release coupling which is part of the main gearbox. It should be possible to slide the tail rotor into the tail boom to the point where it rests against the flange, without the drive shaft fouling the quick-release coupling at the front. If this is not the case, the tail rotor shaft must be shortened slightly.

Alternatively you could re-position the tail rotor gearbox flange 1292.7 slightly further aft on the tail boom. Remove the tail boom from the mechanics again.

7.6 Connecting the tail boom to the mechanics

Withdraw the tail rotor assembly from the tail boom to the point where the shaft coupling becomes accessible. Undo the grubscrews in the shaft coupling, so that the tail rotor shaft 4451.19 can be pulled out. Carefully de-grease the shaft, push it as far as it will go into the shaft coupling, and secure it in this position with the grubscrews. This joint must be really firm. First unscrew the grubscrews from the coupling entirely, apply thread-lock fluid, Order No. 952, or bearing retainer fluid, Order No. 951, to the threaded holes, then re-fit the grubscrews and tighten them fully. Even better, file or grind a flat in one side of the shaft where the grubscrews engage, as this effectively prevents the shaft slipping in the joint. Fix the tail rotor to the tail rotor gearbox flange 1292.7 securely using three 2.9 x 13 mm self-tapping screws. Lightly grease the quick-release sleeve and the front end of the tail rotor shaft.
Attach the two tail boom braces to the left and right mechanics side frames using the stand-off pillars 4445.12, which you prepared in Section 7.1.



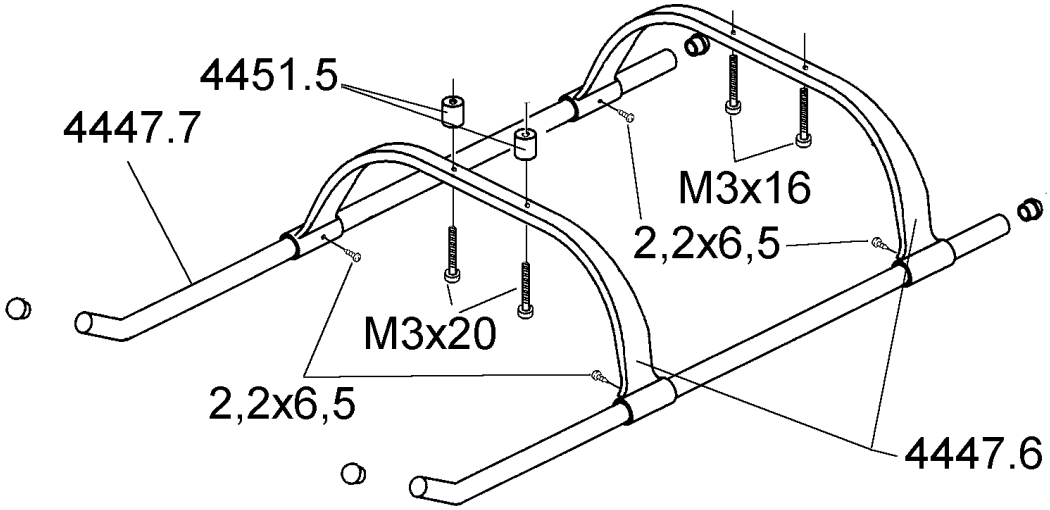
The completed tail boom assembly can now be pushed into the tail boom flange 1292.5 as far as it will go; check carefully that the quick-release coupling engages correctly. Rotate the tail boom so that the curve of the boom runs upwards, and is exactly in the vertical plane, and rotate the tail rotor flange so that the tail rotor shaft, when viewed from the tail, stands at right-angles to the main rotor shaft. With the tail boom correctly aligned, tighten the M3 x 12 socket-head cap screw in the tail boom flange to fix it in position. We recommend that you hold the tail boom pointing vertically upwards while you tighten the clamping screw.
Adjust the position of the rear flange 1292.6 so that the tail boom braces 4445.8 can be attached to it as shown in the drawing, using an M3 x 30 socket-head cap screw and an M3 self-locking nut.
Place the mechanical assembly on a perfectly flat table top, and adjust the position of the tail boom brace flange until the bottom edge of the tail rotor flange 1292.7 is about 170 mm above the surface of the table. In this position tighten the flange clamp securely, then drill 1.5 mm Ø pilot-holes in the tail boom through the tail rotor flange 1292.7, the tail boom brace flange 1292.6 and the tail boom flange 1292.5. Fit the 2.2 x 6.5 mm self-tapping screws to prevent the tail boom rotating or shifting position.

7.7 Stabiliser panels *(bag SR-3)*

Fix the vertical stabiliser 1292.4 to the tail rotor flange using 2.9 x 13 mm self-tapping screws. Attach the horizontal stabiliser to the tail boom by means of the stabiliser mount and the rod guide, using 2.9 x 19 mm self-tapping screws. Set the horizontal stabiliser exactly at right-angles to the vertical stabiliser; the distance between the horizontal stabiliser mount and the tail rotor flange should be 200 mm. Tighten the retaining screws.

8. Assembling the skid landing gear *(bag SR-4)*

Push the skid tubes 4447.7 through the skid bars 4447.6, and set the bars 207 mm apart (distance between retaining screws) by adjusting the position of the bars on the tubes.



The skid landing gear can now be fixed to the mechanics using two M3 x 16 socket-head cap screws at the rear and two M3 x 20 socket-head cap screws at the front; note that the spacer sleeves 4451.5 must be fitted at the front. Position the skid tubes so that they project beyond the rear skid bars by about 50 mm on both sides at the rear. Check that the skid tubes are parallel to each other. Working from the inside, drill 1.5 mm Ø pilot-holes through the skid bars and skids, and fit 2.2 x 6.5 mm self-tapping screws to fix the parts together. Apply a little two-pack adhesive to the end-plugs and press them into the skid tubes.

9. Installing the silencer

If you are using an expansion silencer, such as Order No. 1809.33 or 1871.72, install a pressure nipple in the expansion chamber and attach the silencer to the motor using the screws supplied with the unit. Don't use a gasket at the exhaust joint; it is better to apply a thin coating of thread-lock fluid to the contact surfaces.

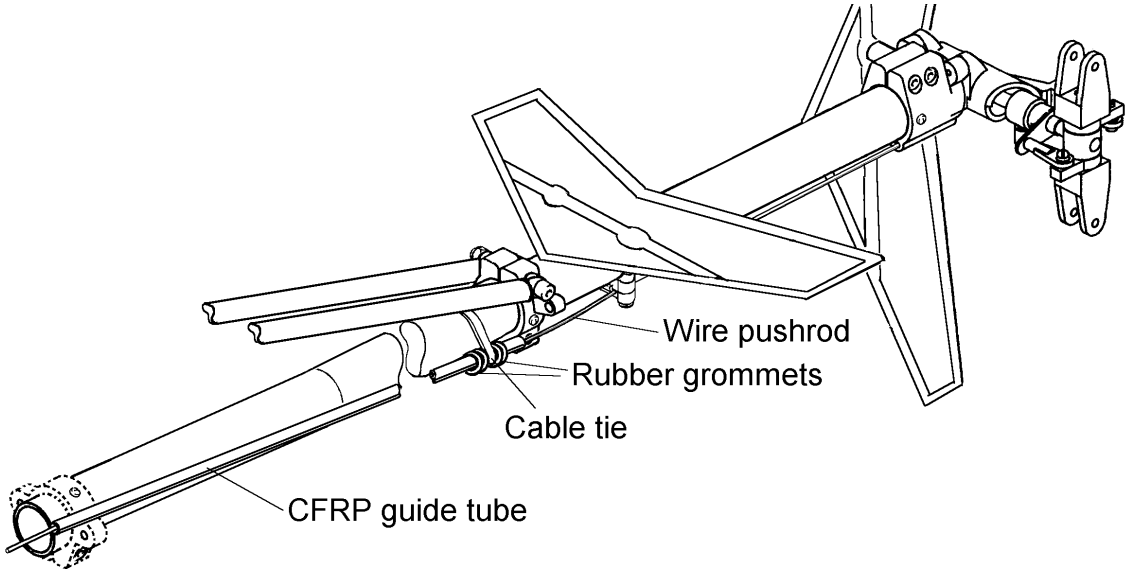
If you are using a tuned pipe silencer, for example Order No. 1783A, the first step is to screw the exhaust manifold 2259 to the motor, and pass it through the circular opening in the mechanics sub-structure; here again, a thin coating of thread-lock fluid is better than an exhaust gasket. Install a pressure nipple on the tuned pipe, then route the pipe through the rear bulkhead 4450.18, working from the rear, and connect it to the exhaust manifold with Teflon hose and spring clips; there should be a gap of about 5 mm between the manifold and the inlet stub of the tuned pipe. At an earlier stage you should have fitted the additional tail boom flange 1292.6, and this includes the tuned pipe support. Adjust the position of the support and rotate it so that the tail pipe of the tuned pipe silencer can be clamped in the holder by tightening the M3 x 16 socket-head cap screw. Fit a piece of silicone exhaust hose on the tail pipe before you do this.

Regardless of the type of silencer you are using, the pressure nipple on the silencer should be connected to the vent nipple which is mounted in the top of the fuel tank, using a length of silicone fuel tubing.

10. Tail rotor control system *(bag SR-5)*

The first step in connecting the tail rotor pushrod 4451.3 is to undo the screw in the tail rotor bellcrank 4618.60, and fit the straight end of the pushrod through the guide holes in the tail rotor gearbox flange and the horizontal stabiliser mount, working from the tail end. If the pushrod is a slightly tight fit in the tail rotor gearbox flange, open up the hole in the flange using a 2 - 2.5 mm Ø twist drill. Connect the pre-formed end of the pushrod to the outermost hole in the bellcrank, then fit the crank again and tighten the retaining screw.

Slide two rubber grommets onto the CFRP guide tube at the rear end to a distance of about 20 mm, and space them about 3 mm apart. Slip the guide tube onto the pushrod from the front, and position it so that it rests on the tail boom brace flange 1292.6 at the rear. Fix it in this position by wrapping a cable tie round the tail boom between the rubber grommets.

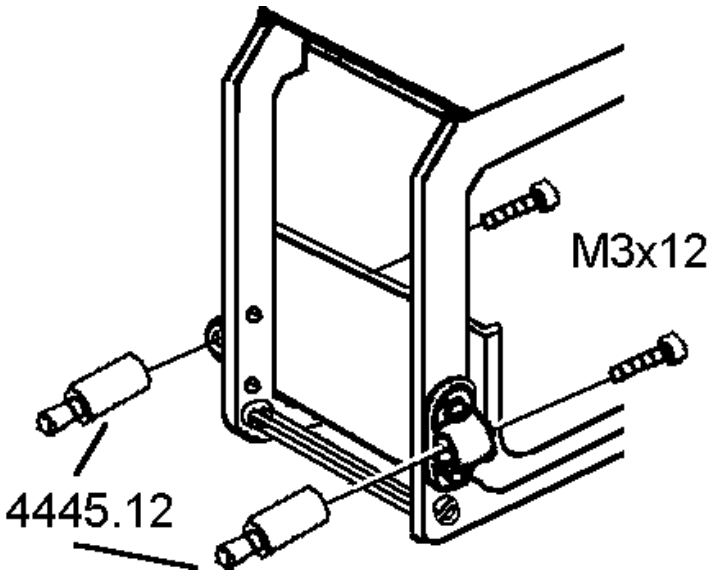


The front end of the guide tube must *not* be supported against the tail boom, but should be left „floating“ freely on the wire pushrod; for this reason it must be left as long as possible, i.e. it should extend forward as close to the servo as possible.
At the front end the standard method of connecting the wire pushrod to the tail rotor servo is to solder a threaded coupler to the end, and screw a clevis on the coupler. Remember to cut the pushrod to the correct length before soldering the threaded coupler to the wire: when the collective pitch stick is at centre, the output arm of the tail rotor servo should point straight down, and the tail rotor bellcrank should be exactly at right-angles to the tail boom.
Alternatively you can simply form a Z-bend in the front end of the wire pushrod using Z-bend pliers (Order No. 5732). The advantage of this method is that the guide tube can be extended very close to the servo, providing maximum support for the pushrod, whereas it would have to be shortened further if a clevis and threaded coupler were used. The drawback is that you would have to determine the position of the Z-bend with great accuracy, because there is no means of adjusting the pushrod length with this arrangement. This solution is therefore only recommended to the experienced modeller.

11. Cabin *(bag SR-6)*

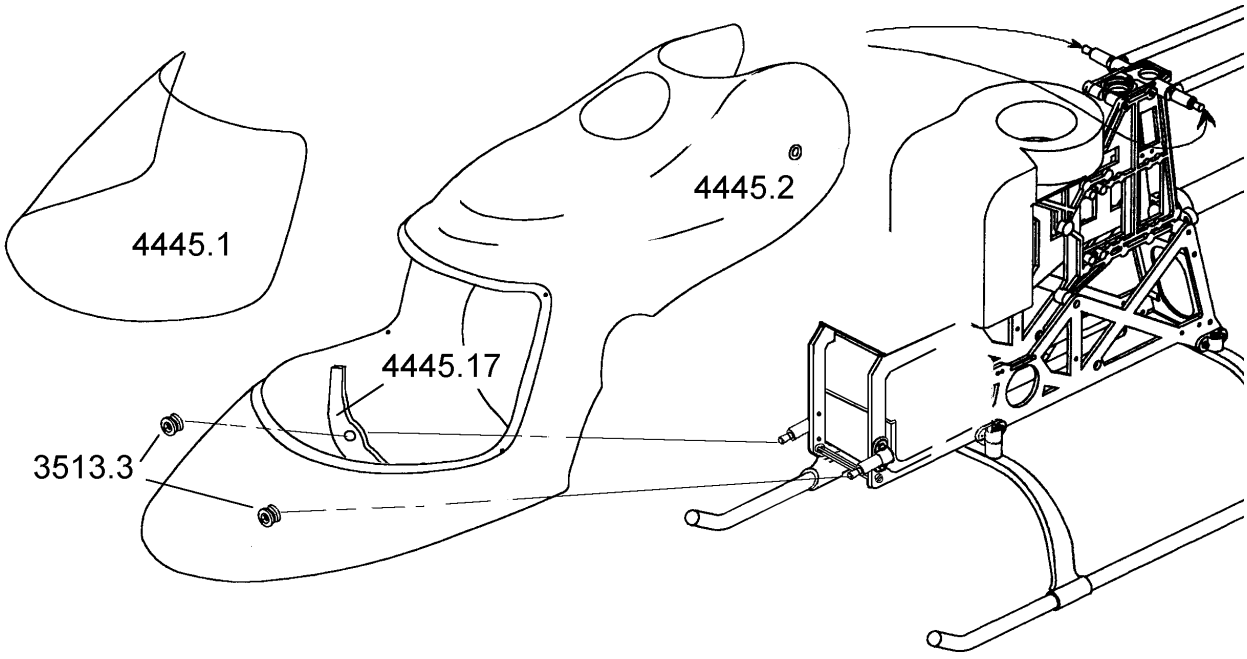
11.1 Installing the front cabin supports

Install the two front canopy stand-off pillars in the clips at the front of the sub-structure, securing each with an M3 x 12 socket-head cap screw fitted from the rear.



11.2 Attaching the cabin

Press two rubber grommets 3515.3 into the appropriate holes in the bulkhead 4445.17; you may like to apply a drop of cyano on one side to secure them. Fit the bulkhead, with the curved edge facing down, onto the stand-off pillars which are located on the front of the mechanics. The pillars should engage fully in the rubber grommets.
Fit two further rubber grommets in the 7 mm Ø holes in the top rear section of the cabin moulding. Slide the cabin onto the mechanics from the front, and engage the two stand-off pillars at top rear in the rubber grommets in the cabin moulding.
Swing the cabin up from the front until the bulkhead fitted to the front of the mechanics makes contact with the bottom of the cabin. You will need to cut away the cabin shell on the left-hand side to clear the exhaust manifold; there should be a gap at least 5 mm wide between cabin and exhaust system. The bulkhead can now be glued to the cabin in this position using Stabilit express. Allow the glue to cure fully before removing the cabin from the mechanics. It should come off easily by first pulling it off the rear stand-off pillars at the sides, and then pulling it forward. It should be equally easy to fit the cabin back on the model.

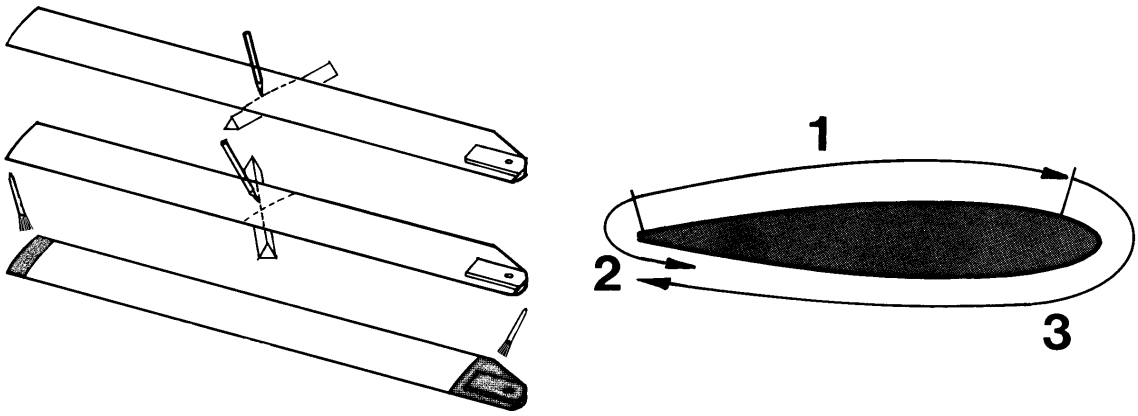


Tape the clear canopy screen 4445.1 to the cabin, then attach it using four 2.2 x 6.5 mm self-tapping screws. Alternatively you can glue it in place using cyano or Stabilit express. Work carefully if you use glue to avoid smearing the clear panel.

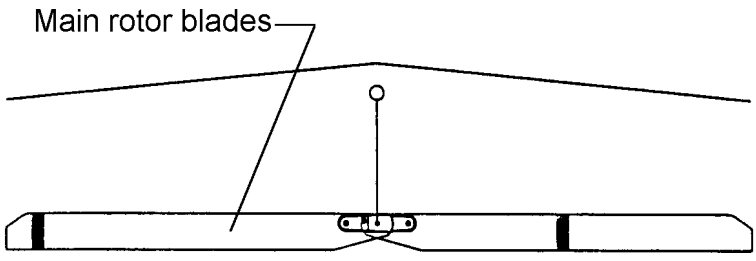
Run the receiver aerial along the mechanics to a point aft of the front skid bar, to ensure that the cabin can be removed easily without snagging the wire aerial. Fit the plastic aerial guide tube through the two holes on the inside of the skid bars, and fit short lengths of fuel tubing to prevent it slipping out. Run the aerial wire down the skid bar and into the front end of the guide tube, and allow it to dangle freely from the rear end of the tube.

12. Main rotor blades

Epoxy the rotor blade bushes 4607.164 in the root holes in the rotor blades, unless your blades are supplied with these parts factory-fitted.
Allow the epoxy to set hard, then sand the blades smooth overall using fine abrasive paper, Order No. 700.1 or 700.2.
Ideally both the weight and the Centre of Gravity of both blades should be identical. You can check this by balancing each blade over a triangular strip of wood, as shown in the drawing. Mark the lines of balance as shown; the blade's CG is located where the lines cross.
However, in practice it is unlikely that you will be able to achieve perfect balance and weight distribution without a considerable amount of work, and in any case it is not that important with modern model helicopters. The crucial factor is that the moments of both rotor blades should be the same when they are mounted on the rotor head. This means that blades of different weights can certainly be used, provided that the CG of the blades is also different, and compensates for the weight discrepancy. The method of balancing the blades is described in the next section.
Apply SPANNFIX IMMUN (colour dope), Order No. 1408, over the joints, in the region of the root doublers (approx. 70 mm from the root) and at the tip (approx. 20 mm from the tip). The film covering should be applied in the sequence shown in the drawing: first the top surface, then the trailing edge, then the underside. Take care with the covering; there should be no wrinkles or bubbles!



12.1 Balancing the rotor blades



Screw the two rotor blades together as shown in the drawing, and hang this assembly from a length of thread. Apply adhesive tape to the tip of the lighter blade until the blades hang level. Properly balanced blades reduce vibration to a minimum, so take your time over balancing.

13. The set-up procedure

13.1 Setting up the cyclic control system

The basic settings for the roll-axis and pitch-axis control systems should already be correct if you have installed the linkages exactly as described in the instructions. Since the instructions include the lever lengths (correct linkage holes), the final setting up is carried out using the electronic facilities on your transmitter. Note that the servo travel should not be set too high, and ensure that the swashplate does not strike its end-stops on the main rotor shaft at either end-point of the transmitter stick travel for roll-axis and pitch-axis movements, as this would mean that collective pitch control would not be linear, i.e. axial movements would be restricted.

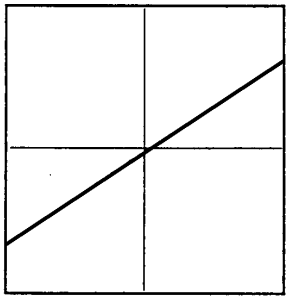
13.2 Main rotor pitch settings

The main rotor pitch is measured using a pitch gauge (optional accessory, not included in the kit). The following table shows the recommended basic settings, but the optimum values may well vary from model to model according to the rotor blades you are using.

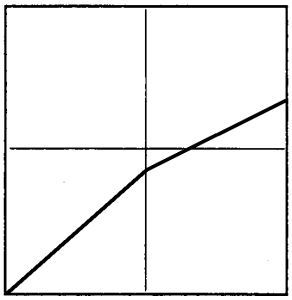
	Minimum	Hover	Maximum
Hovering and practice	-2°	5,5°...6°	12°
Aerobatics	-4°	5°... 5,5°	8°... 9°
Autorotation	-4°	5,5°	13°

The best way of setting the correct blade pitch on the transmitter is as follows:

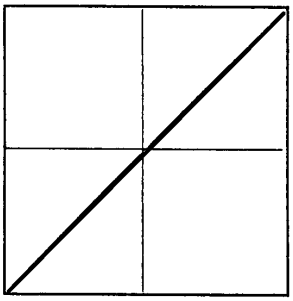
1. Measure the hovering pitch and set it to the correct value.
2. Measure collective pitch maximum and minimum and adjust the values according to the following diagrams using your transmitter's collective pitch curve facility.



Hover and practice (linear)



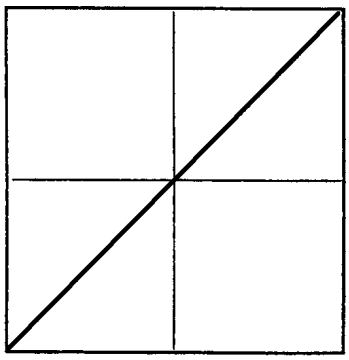
Aerobatics



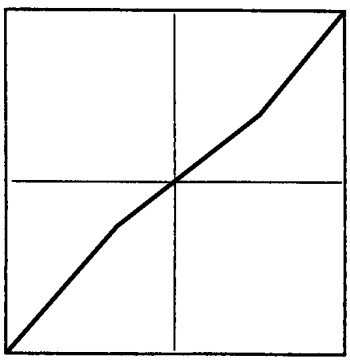
Autorotation

13.3 Setting up the carburettor control system

The following diagrams show two alternative carburettor control curves:



linear

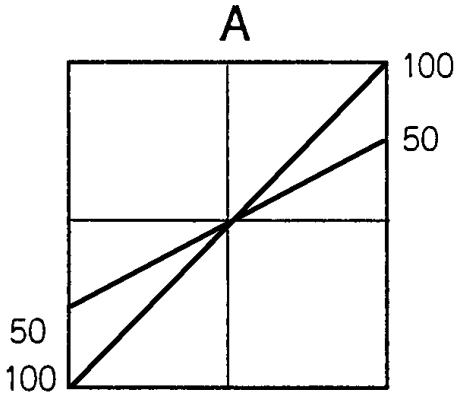


optimised for hover

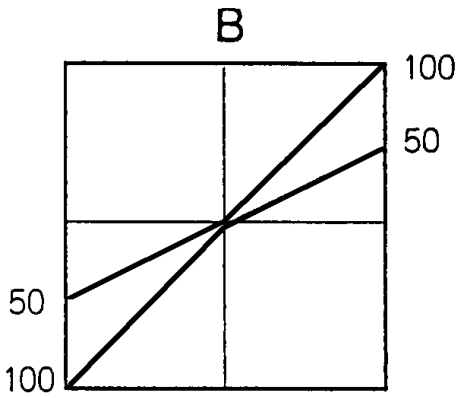
- The hover-optimised throttle curve produces gentle control response in the hover region.
- The values stated above can only be a guideline as they vary greatly according to the motor, fuel, silencer etc. in use. There is no alternative but to fine-tune them during the test-flying programme.

If you have made up all the linkages exactly as described in the previous sections, no changes to the mechanical arrangements will be necessary. The following adjustments can all be carried out at the transmitter:

1. **Servo direction**
   Set the „sense" (direction of rotation) of all servos as stated in the instructions. Check the throttle servo in particular!
2. **Dual-Rates**
   You can set switchable travels for roll-axis, pitch-axis and tail rotor. As a starting point we recommend 100% and 75% as the two settings.
3. **Exponential**
   For the basic set-up you should leave all control systems set to „linear".
4. **Servo centre offset**
   Do not make any adjustments to this point. At a later stage you may wish to make minor corrections here.
5. **Servo travel**
   This is where you can adjust the maximum servo travel. Note that the travels should always be the same on both sides of neutral, otherwise you will end up with unwanted differential effects:



Equal set values:
linear control response



Different set values:
differential control response

For the throttle and swashplate servos (collective pitch function) it is important to check that servo travels are symmetrical, i.e. identical values for both directions, and that the throttle servo can rotate the carburettor barrel from the completely closed position (motor stopped) to full throttle, without being mechanically stalled at any point. The collective pitch function of the swashplate servos should produce a range of blade pitch angles covering -5° to +13°, also with symmetrical travels; you may find it necessary to remove the servo output arm, move it round by one spline and fit the retaining screw again.

The mechanics should now be set up virtually perfectly. When the throttle/collective stick is at centre (hover point), collective pitch should be about 5.5°, and the carburettor barrel should be half-open.

Note:
The collective pitch and throttle curves can be adjusted later to meet your exact personal requirements. However, if you have already set differential travels in the basic set-up procedure, as shown in diagram „B" above, any fine adjustments required subsequently will be more difficult!

6. **Collective pitch and throttle curves**
   These adjustments are of fundamental importance to the flight performance of any model helicopter. The aim of the procedure is to maintain a constant rotor speed when the model is climbing and descending, i.e. regardless of load. This then represents a stable basis for further fine-tuning, e.g. of the torque compensation system etc. (see also the earlier section on collective pitch and throttle curves).
7. **Static torque compensation**
   The tail rotor servo is coupled to the collective pitch function via a mixer in the transmitter in order to compensate for torque changes when you operate the collective pitch control. On most transmitters the mixer input can be set separately for climb and descent. Recommended values for the basic settings are: climb: 35%, descent: 15%.

8. Gyro adjustment

Gyro systems damp out unwanted rotational movements around the vertical (yaw) axis of the model helicopter. They do this by detecting the unwanted motion and injecting a compensatory signal into the tail rotor control system, and in order to achieve this effect the gyro electronics are connected between the tail rotor servo and the receiver. Many gyro systems also allow you to set two different values for gyro gain, and switch between them from the transmitter via a supplementary channel. The extra channel is controlled by means of a proportional slider or rotary knob, or a switch, depending on the gyro system.

If your gyro features an adjustor box with two rotary pots for two fixed settings, and you can switch between them from the transmitter, it is best to set one adjustor approximately to centre (50%), and the other to 25%. If the gyro system provides proportional control between the two set values, then the one pot should be set to „0", the other to about 80%.

If you have a gyro system whose effect cannot be adjusted from the transmitter, i.e. there is only a single adjustor on the gyro electronics itself, the pot should be set to 50% gain as a starting point.

Check that the direction of the gyro's compensatory action is correct, i.e. that it responds to a movement of the tail boom with a tail rotor response in the opposite direction. If this is not the case, any yaw movement of the model would be amplified by the gyro! Most gyro systems are fitted with a change-over switch which reverses their direction, and this must then be moved to the appropriate position. However, some systems have no such switch, and in this case the solution is to mount the gyro inverted.

One factor which all gyro systems have in common is that flight testing is necessary in order to establish the optimum values, as so many different factors influence the settings.
The aim of the gyro adjustment process is to achieve as high a level of gyro stabilisation as possible, without the gyro causing the tail boom to oscillate.

Notes regarding the use of the Graupner/JR „PIEZO 900 ... 5000" piezo gyro system in conjunction with a computer radio control system (e.g. mc-12 ... mc-24)

The design of these gyro systems necessitates a different set-up process to the one described above. Please keep strictly to the following procedure:

1. Set the servo travel for the tail rotor channel to +/-100% at the transmitter.
2. If you have a gyro mixer („Gyro-Control") which suppresses the gyro when you operate the tail rotor control, it is essential to disable it permanently.
3. Disconnect the tail rotor pushrod at the tail rotor servo.
4. Operate the tail rotor control at the transmitter; at about 2/3 of full travel in either direction the servo should stop, even when the stick is moved further (travel limiter).
5. Connect the tail rotor pushrod to the servo in such a way that the mechanical end-stop of the tail rotor coincides with the onset of the limiter on both sides (servo should not quite be stalled by the mechanical end-stop).
   It is essential to make these adjustments mechanically, i.e. by altering the linkage points and pushrod length. Don't try to do it electronically using the transmitter's adjustment facilities!
6. Now correct the tail rotor setting for hovering, i.e. when the collective pitch stick is at centre, using the servo centre adjustment facility at the transmitter.
7. Gyro gain can now be adjusted between „0" and maximum via the auxiliary channel only, using a proportional control on the transmitter. If required, you can reduce maximum gain by adjusting the travel of the auxiliary channel or by adjusting the transmitter control (mc-22 and mc-24 transmitter). This gives you a useful range of fine adjustment for gyro response.
8. If you find that the tail rotor control system is too responsive for your taste, adjust it using the exponential control facility; on no account reduce servo travel, as it must be left at +/- 100%!

14. Final pre-flight checks

When you have completed the model, run through the final checks listed below before the first flight:

- Study the manual again and ensure that all the stages of assembly have been completed correctly.
- Check that all the screws in the ball-links and brackets are tightened fully after you have adjusted gear meshing clearance.
- Can all the servos move freely, without mechanical obstruction at any point? Do they all rotate in the correct direction relative to the stick movements? Are the servo output arm retaining screws fitted and properly tightened?
- Check the direction of effect of the gyro system.
- Ensure that the transmitter and receiver batteries are fully charged. We recommend using a voltage monitor module (e.g. Order No. 3138) to check the state of charge of the receiver battery on the flying field.

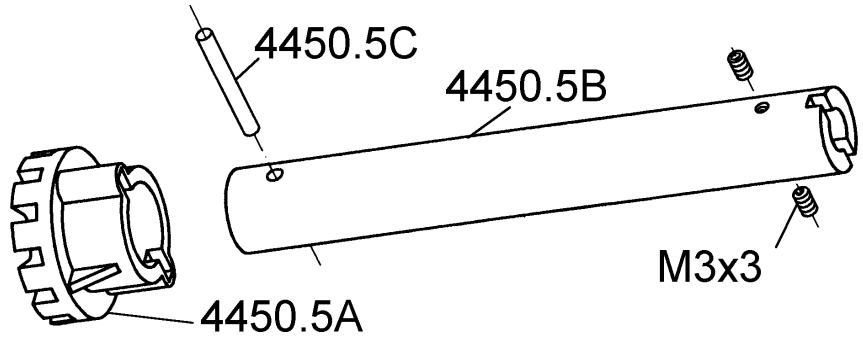
Don't attempt to start the motor and fly the helicopter until you have successfully checked everything as described above.
Bear in mind that the running qualities of your motor will vary greatly according to the fuel in use, the glowplug, the height of your flying site above sea level and atmospheric conditions. Please read the notes on motor set-up which you will find later in this manual.

Maintenance

Helicopters, whether large or small, place considerable demands on maintenance. Whenever you notice vibration in your model, take immediate steps to reduce or eliminate it. Rotating parts, important screwed joints, control linkages and linkage junctions should be checked before every flight. If repairs become necessary, be sure to use original replacement parts exclusively. Never attempt to repair damaged rotor blades; replace them with new ones.

Fitting the starter adaptor

The starter adaptor supplied with the mechanics consists of three parts which are assembled as shown in the drawing: first push the pin 4450.5C through the extension 4450.5B, then fit the plastic adaptor 4450.5A and check that the cross-pin engages in the channel in the moulding. To mount the starter adaptor on the electric starter, first remove the rubber insert holder from the starter output shaft. Slide the starter adaptor onto the starter shaft until the cross-pin in the shaft engages with the channel in the adaptor. Tighten the two grubscrews to fix the adaptor in place.
Ensure that the adaptor runs „true", i.e. does not wobble when it is spinning.



To start the motor, rotate the rotor head until you can engage the starter adaptor vertically in the motor's cooling fan. Please note:

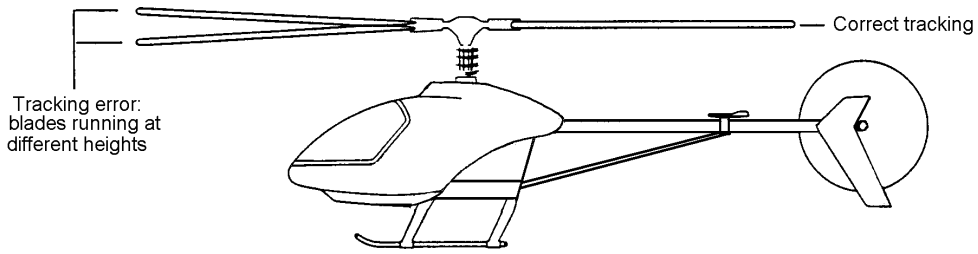
- **Do not switch the starter on until you are sure that the teeth of the cooling fan are correctly engaged with the matching teeth on the starter adaptor.**
- **When the motor has started, switch off the starter before withdrawing it.**

15. Adjustments during the first flight

15.1 Blade tracking

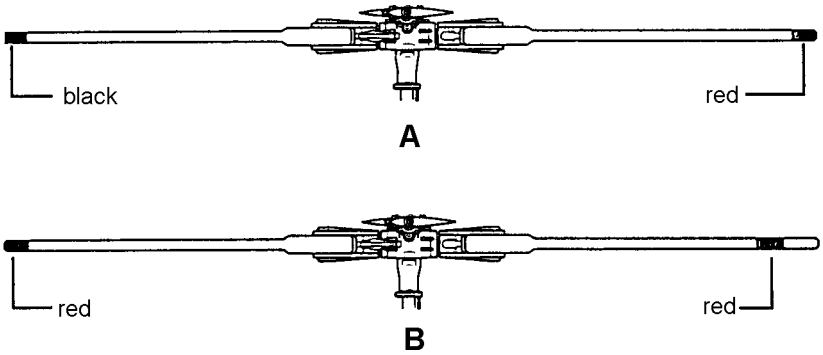
“Blade tracking" refers to the height of the two rotor blades when they are spinning. The adjustment procedure aims at fine-tuning the pitch of the main rotor blades to exactly the same value, so that the blades rotate at the same level.

Incorrectly set blade tracking, with the blades revolving at different heights, will cause the helicopter to vibrate badly in flight.



When you are adjusting blade tracking you are exactly in the „firing line" of the blades, so keep at least 5 metres away from the model in the interests of safety.

You can only check blade tracking if you are able to see clearly which blade is higher and which is lower. The best method is to mark the blades with coloured tape as follows:



There are two alternative methods: figure „A" shows the use of different colours on the blade tips; fig. „B" shows the use of the same colour, but applied at different distances from the blade tip.

Procedure for adjusting blade tracking:

1. Set the helicopter to the point where it is almost lifting off, then sight directly along the rotor plane.

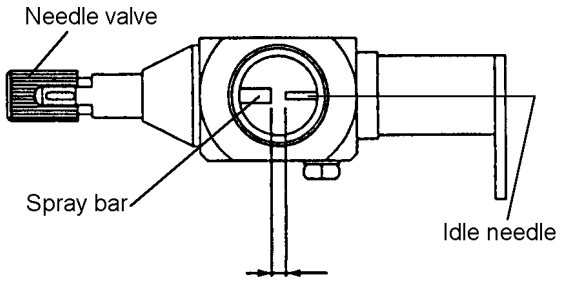
2. If you can see that the rotor blades are running in the same plane, no adjustment is required; however, if one blade is running higher than the other, the settings must be corrected.

3. Locate the pushrods between the swashplate and the mixer levers; the adjustment is made at the ball-links on both ends of these pushrods: unscrew the links to raise the blade, screw them in to lower it.

15.2 Adjusting the motor

Please be sure to read the operating instructions supplied with your motor.

The correct matching of collective pitch and throttle when the helicopter is hovering is of crucial importance to the model's flying characteristics and performance. For example, if the pitch of the main rotor blades is too high, the motor may not reach the intended rotational speed, and this may cause you to think that the motor is not powerful enough for the job. The fact that the motor will overheat and thereby lose more power tends to reinforce that idea. For this reason first set the collective pitch value for the hover exactly as described earlier in these instructions, then match the motor settings to that.
Although most motors nowadays are supplied with the carburettor adjusted to approximately the right settings, final adjustment of the needle valves can only be made under practical test conditions. Most motors now feature twin-needle carburettors, and in this case the starting point for adjusting the idle / mid-range needle is to screw it in to the point where it just dips into the needle valve on the opposite side when the carburettor is half-open.



Typical twin-needle carburettor

For your first attempt at starting the motor, open the needle valve 1½ to 2 full turns from closed, connect the glowplug to the plug battery and start the motor by engaging the adaptor on the electric starter in the teeth of the fan and switching the starter on.

Caution: when the motor starts, withdraw the electric starter from the fan socket immediately, otherwise you could damage the model.

When the motor is running, slowly increase throttle/collective pitch. If the fuel mixture is too „rich" and the model fails to lift off, close (screw in) the needle valve in small stages. In order to set the motor correctly for hovering you will need to adjust the idle needle, which also governs the mid-range settings. Note that any adjustment you make here is also influenced by the primary needle valve setting. Carefully close (screw in) the idle needle until the motor runs smoothly at hover, without any tendency to stop through too rich a mixture. If motor speed is then too low, increase the hover throttle setting at the transmitter. Never attempt to increase the motor speed for hovering by setting the idle needle too lean. The final needle valve setting can only be established with the model flying under power with „full collective", and for this reason you are bound to start by „feeling your way" slowly to the correct setting.

If in any doubt, always set the mixture on the „rich" side. Initial hovering flights should always be carried out with the motor set distinctly rich.

16. General safety measures

- Make sure you have adequate third-party insurance cover.
- Wherever possible join the local model flying club.

At the flying site:

- Never fly your model above spectators.
- Do not fly models close to buildings or vehicles.
- Avoid flying over agricultural workers in neighbouring fields.
- Do not fly your model in the vicinity of railway lines, major roads or overhead cables.

Pre-flight checks, flying safety:

- Before you switch on the transmitter check carefully that no other model flyer is using the same frequency as you.
- Carry out a range check with your RC system.
- Check that the transmitter and receiver batteries are fully charged.
- Whenever the motor is running, take particular care that no item of clothing can get caught on the throttle stick.
- Do not let the model fly out of safe visual range.
- There should always be a safe reserve of fuel in the tank. Never keep flying until the fuel runs out.

Post-flight checks

- Clean oil residues and dirt from the model and check that all screws etc. are still tight.
- Look for wear and damage to the helicopter, and replace worn parts in good time.
- Ensure that the electronic components such as battery, receiver, gyro etc. are still securely fixed. Remember that rubber bands deteriorate with age and may fail.
- Check the receiver aerial. Conductor fractures inside the flex are often not visible from the outside.
- If the main rotor should touch the ground when spinning, replace the blades. Internal blade damage may not be visible from the outside.
- Never carry the model by the tail boom: too firm a grip can easily deform the tail rotor pushrod.

17. Some basic terms used in model helicopter flying

The term „rotary wing machine" indicates that the helicopter's lift is derived from rotating „wings" which take the form of rotor blades. As a result, a helicopter does not require a minimum forward speed in order to fly, i.e. it can hover.

Cyclic pitch
Cyclic pitch variation is used to steer the machine around the roll and pitch axes. Changing cyclic pitch has the effect of altering blade pitch depending on its position in the circle. The effect is caused by tilting the swashplate, which then effectively tilts the helicopter in the required direction.

Collective pitch
Collective pitch provides control over vertical movement, i.e. for climb and descent. The pitch of both rotor blades is altered simultaneously.

Torque compensation
The spinning rotor produces a moment which tends to turn the whole helicopter in the opposite direction. This effect must be accurately neutralised, and this is the task of the tail rotor. Tail rotor blade pitch is altered to vary torque compensation. The tail rotor is also used to control the model around the vertical (yaw) axis.

Hovering
This is the state in which the helicopter flies in a fixed position in the air, without moving in any direction.

Ground effect
This occurs only when the machine is close to the ground, and it falls off as altitude rises. At an altitude of about 1 - 1.5 times the rotor diameter, ground effect is completely absent. Normally the revolving airflow from the main rotor is able to flow away freely, but in ground effect the air strikes an obstacle (the ground) and forms an „air cushion". In ground effect a helicopter can lift a greater weight, but its positional stability is reduced, with the result that it tends to „break away" in an unpredictable direction.

Climb
Any excess power above that required for hovering can be exploited to make the helicopter climb. Note that a vertical climb requires more energy than an angled climb which includes forward motion. For this reason a model with a given amount of motor power will climb more rapidly at an angle than vertically.

Level flight
A helicopter absorbs least power when flying straight and level at about half-power. If you have trimmed the machine carefully for a steady hover, it will tend to turn to one side when flown forward. The reason for this phenomenon is that the rotor blade which is moving forward encounters an increased airflow caused by the wind, and this increases its upthrust compared with the blade which is moving downwind, where the same airflow has to be subtracted. The net result is a lateral inclination of the helicopter.

Descent
If the helicopter's rotor speed is relatively low and you place the helicopter in a fast vertical descent, the result can be that insufficient air flows through the rotor. This can cause what is known as a „turbulent ring", when the airflow over the blade airfoil breaks away. The helicopter is then uncontrollable and will usually crash. A high-speed descent is therefore only possible if the helicopter is moving forward, or if the rotor is spinning at high speed. For the same reason care should be exercised when turning the model helicopter downwind after flying into wind.

Flapping motion of the rotor blades
As we have already seen, the forward-moving blade produces greater upthrust than the trailing blade. This effect can be minimised by allowing the leading blade to rise and the trailing blade to fall. The rotor head is fitted with what is known as a flapping hinge to allow this movement, and this prevents the rotor plane tilting excessively in forward flight. In model helicopters a single hinge shared by both blades has proved an effective solution to the problem.

Auto-rotation
This term refers to the flight of a helicopter without motor power. The rotational speed of the main rotor can be kept high by setting both blades to negative pitch, and the airflow through the rotor as it descends then keeps the blades turning. The rotational energy stored in the rotor by this means can be converted into upthrust when the helicopter is close to the ground, by the pilot applying positive collective pitch. Of course, this can only be done once, and it has to be done at the correct moment. Auto-rotation allows a model helicopter to land safely when the motor fails, just like a full-size machine.

However, auto-rotation places considerable demands on the pilot's judgement and reflexes; you can only halt the machine's descent once, and you must not „flare" too early or too late. Much practice is required to get it right.

Graupner / heim

Starlet 50

Modèle d'hélicoptère

Réf. N° 4445 : Kit de montage

Réf. N° 4446 : Kit de montage complet avec moteur et silencieux

Avertissement !

Le modèle d'hélicoptère R/C réalisé avec ce kit de montage n'est pas un jouet ! C'est un appareil volant complexe qui par suite d'une mauvaise manipulation peut causer de sérieux dégâts matériels et personnels.
Vous êtes seul responsable de son montage correct et de la sécurité de son utilisation.
Veuillez impérativement observer les conseils de sécurité donnés sur les feuilles additives jointes SHW3 et SHW7 qui font partie de ces instructions.

GRAUPNER GmbH & Co. KG D-73230 KIRCHHEIM/TECK GERMANY
Sous réserve de modifications! ID# 52069 5/04

Avant-propos

Le STARLET 50 est un modèle d'hélicoptère de la Classe 50 c.i. en structure ouverte, conçue sur la base de la fameuse mécanique UNI-EXPERT, qui n'est pas uniquement intéressant pour le débutant en tant que modèle d'entrainement robuste et économique, mais aussi pour le pilote d'hélicoptère déjà expérimenté ayant des ambitions pour la voltige et qui recherche un modèle compact avec une grande réserve de puissance.

Le démarrage du moteur se fait par le dessus, au travers de l'entrée d'air. L'équipement silencieux pourra être largement adapté aux préférences individuelles; en plus d'un silencieux résonateur pour une puissance optimale du moteur, un silencieux de série économique ainsi qu'un super-silencieux assurant une puissance plus que suffisante sont également adaptables.

Le rotor de queue de grand diamètre assure une très bonne efficacité de l'anti-couple et il est entrainé en autorotation. La hauteur du châssis donne une garde au sol suffisante au rotor de queue, en liaison avec le cintrage de la poutre arrière au travers de laquelle passe l'arbre de transmission qui tourne en formant un arc de cercle et ne peut pas ainsi se dégager.

Le STARLET 50 est un investissement d'avenir pour le débutant, car il peut être directement équipé de la mécanique UNI-EXPERT ou de la mécanique UNI-2000; la plupart des kits de fuselage pourront même être utilisés avec le moteur d'origine sans une conversion dans la Classe 60 c.i. Le STARLET 50 constitue en outre le point de départ d'un système d'hélicoptères partant du petit modèle pour le débutant jusqu'à celui pour les experts ou pour la maquette.

Le léger carénage moulé de la mécanique intégrant un canal de circulation d'air est isolé des vibrations sur des passe-fils en caoutchouc et peut être facilement monté et démonté; les éléments de l'installation R/C et la mécanique sont ainsi optimalement accessibles. Le réservoir monté dans la cabine à la hauteur du carburateur du moteur est bien visible, ce qui permet de vérifier facilement le niveau de carburant en vol. La longue poutre arrière anodisée en noir est soutenue par deux solides haubans et peut être échangée en peu de temps en cas d'éventuelles détériorations; sa longueur a été choisie de façon à ce que le débutant puisse utiliser des pales de rotor courtes économiques en bois à profil S-Schlag pour l'entrainement au pilotage et que l'expert puisse éxécuter une voltige en « 3-D » illimitée avec des pales de rotor en fibre de verre à profil symétrique.

Caractéristiques techniques :

Longueur sans rotor, env.	1310mm
Largeur sans rotor, env.	240mm
Hauteur, env.	430mm
Diamètres de rotor possibles	1160 à 1365mm
Poids en ordre de vol, à partir d'env.	3300 g.

Avertissements

- **Le modèle réalisé avec ce kit de montage n'est pas un jouet inoffensif! Un mauvais montage et/ou une utilisation incorrecte ou irresponsable peuvent causer de sérieux dégâts matériels et personnels.**
- **Un hélicoptère possède deux rotors tournant à haut régime qui développent une forte énergie centrifuge. Tout ce qui pénètre dans le champ de rotation des rotors sera détruit ou pour le moins fortement endommagé, de même que les membres du corps humain! De grandes précautions doivent ainsi être prises!**
- **Tout objet entrant dans le champ de rotation des rotors sera non seulement détérioré, mais aussi les pales du rotor. Des pièces peuvent ainsi se détacher et être projetées avec une extrême violence en mettant l'hélicoptère en péril avec des conséquences incalculables.**
- **Une perturbation de l'installation R/C, provenant par exemple d'un parasitage extérieur, la panne d'un élément R/C ou due à une source d'alimentation vide ou défectueuse peuvent aussi avoir de graves conséquences pour un hélicoptère; il peut partir soudainement dans n'importe quelle direction sans prévenir!**
- **Un hélicoptère comprend un grand nombre de pièces soumises à l'usure, comme par ex. la pignonnerie du réducteur, le moteur, les connexions à rotule, etc…Un entretien permanent et un contrôle régulier du modèle sont ainsi absolument nécessaires. Comme pour les véritables hélicoptères, une « Check-List » devra être effectuée avant chaque vol pour détecter une éventuelle défectuosité et pouvoir y remédier à temps avant qu'elle ne conduise à un crash!**
- **Ce kit de montage contient deux feuilles additives SHW3 et SHW7 donnant des conseils de sécurité et des avertissements; veuillez impérativement les lire et les observer, car elles font partie de ces instructions!**
- **Ce modèle d'hélicoptère devra être monté et utilisé uniquement par des adultes ou par des adolescents à partir de 16 ans sous les instructions et la surveillance d'une personne compétente.**
- **Les pièces métalliques pointues et les bords vifs présentent un danger de blessure.**
- **Comme pour un véritable aéronef, toutes les dispositions légales doivent être prises. La possession d'une assurance est obligatoire.**
- **Un modèle d'hélicoptère doit être transporté (Par ex. vers le terrain de vol) de façon à ce qu'il ne subisse aucune détérioration. Les tringleries de commande du rotor principal et l'ensemble du rotor de queue sont des parties particulièrement fragiles.**
- **Le pilotage d'un modèle d'hélicoptère n'est pas simple; son apprentissage nécessite de l'entrainement et une bonne perception optique.**
- **Avant la mise en service du modèle, il sera indispensable de se familiariser en matière de « Modèles d'hélicoptères ». Ceci pourra se faire aussi bien en consultant les ouvrages spécialisés sur le sujet, que par la pratique en assistant à des démonstrations sur les terrains de vol, en parlant avec d'autres pilotes de modèles**

d'hélicoptères ou en s'inscrivant dans une école de pilotage. Votre revendeur vous aidera aussi volontiers.

- **Lire entièrement ces instructions avant de commencer les assemblages afin d'en assimiler parfaitement les différents stades et leur succession!**
- **Des modifications avec l'emploi d'autres pièces que celles conseillées dans ces instructions ne devront pas être effectuées, leur qualité de fabrication et leur sécurité de fonctionnement ne pouvant être remplacées par d'autres pièces accessoires.**
- **Comme le fabricant et le revendeur n'ont aucune influence sur le respect des instructions de montage et d'utilisation du modèle, ils ne peuvent qu'avertir des dangers présentés en déclinant toute responsabilité.**

Exclusion de responsabilité/Dédomagements

Le respect des instructions de montage et d'utilisation ainsi que les conditions d'installation dans le modèle, de même que l'utilisation et l'entretien de l'installation de radiocommande ne peuvent pas être surveillés par la Firme Graupner.
En conséquence, nous déclinons toute responsabilité concernant la perte, les dommages et les frais résultants d'une utilisation incorrecte ainsi que notre participation aux dédommagements d'une façon quelconque.
Tant qu'elle n'est pas impérativement contrainte par le législateur, la responsabilité de la Firme Graupner pour le dédommagement, quelque soit la raison de droit, se limite à la valeur marchande d'origine Graupner impliquée dans l'accident. Ceci n'est pas valable dans la mesure ou la Firme Graupner serait contrainte par la législation en vigueur pour une raison de grande négligence.

Sommaire

- Avant-propos P.2
- Avertissements P.3
- Accessoires, articles supplémentaires nécessaires P.6
- 1. Montage de la mécanique principale P.7
- 2. Montage de l'installation R/C P.21
- 3. Assemblage de la tête du rotor principal P.24
- 4. Assemblage du mécanisme du rotor de queue P.29
- 5. Montage du pont de commande P.31
- 6. Montage de la tête du rotor de queue P.32
- 7. Poutre arrière P.33
- 8. Montage du train d'atterrissage à patins P.36
- 9. Montage du silencieux P.36
- 10. Commande du rotor de queue P.36
- 11. Cabine P.37
- 12. Pales du rotor principal P.38
- 13. Travaux de réglage P.39
- 14. Contrôle final avant le premier vol P.43
- 15. Réglages au cours du premier vol, réglage du plan de rotation P.44
- Moteur – Conseils de réglage P.45
- 16. Mesures de précaution générales P.46
- 17. Quelques principes de base sur le vol d'un hélicoptère P.47

Conseils pour ces instructions

Ces instructions ont été rédigées avec le plus grand soin afin que ce modèle d'hélicoptère puisse voler impeccablement après son assemblage. Elles ne s'adressent pas uniquement au débutant, mais dans la même mesure aux experts qui devront effectuer les montages Pas à Pas, exactement comme il va être décrit à la suite.

- Le montage de la mécanique se fera conformément aux illustrations qui sont accompagnées de textes explicatifs.

- La visserie marquée par un symbole doit être bloquée avec du freine-filet, par ex. Réf. N°952 ou avec de la colle pour paliers, Réf. N°951 ; dégraisser préalablement les emplacements correspondants.

- Tous les paliers lisses, sur roulements à billes ou à aiguilles devront être soigneusement lubrifiés. Ceci vaut également pour toutes les connexions à rotule et les pignons; même si cela n'est pas répété dans les instructions qui vont suivre.

- La liste des pièces, les pièces détachées et les dessins en éclaté correspondants se trouvent à la fin de ces instructions.

Accessoires

Moteurs et accessoires conseillés pour le Starlet 50

Moteur	Cylindrée ccm	Réf. N°	Silencieux à expansion	Coude d'échappement	Silencieux (résonateur)
OS MAX 46 FX-HG	7,45	1893	1809.33 1871.72	2259	1783A ou 2272
OS MAX 50 SX-HG	8,17	1921	1809.33 1871.72	2259	1783A ou 2272

Batterie de démarrage, par ex.

Varta RSH 4	Réf. N°1353	
Varta RSH 7	Réf. N°1352	
Accu de démarrage 2 V	Réf. N°3694	(A utiliser seulement avec une résistance
Accu de démarrage 2 V	Réf. N°771	de protection Réf. N°1685 ou 1694.)

Carburant

TITAN S 12	Réf. N°2612
AeroSynth COMPETITION SX-10	Réf. N°2811

Starter

Starter électrique, Réf. N°1628 ou 1626
Batterie pour starter 12 V, par ex. Réf. N°2592 ou 2593

Pales de rotor principal adaptées

Réf. N°1291.1	Bois, Profil S, long. 500mm	ϕ Rotor 1157mm (Fournies dans le kit)
Réf. N°1296	F. de V., Profil S, long. 552mm	ϕ Rotor 1261mm
Réf. N°1269	F. de V., symétrique, long. 552mm	ϕ Rotor 1261mm
Réf. N°1271	F. de V., symétrique, long. 602mm	ϕ Rotor 1361mm

Ensemble R/C: Voir dans le catalogue général Graupner

Il est conseillé d'utiliser un ensemble R/C équipé des options spéciales pour hélicoptère, ou un ensemble à micro-ordinateur tel que par ex. mc-12, mc-14, mc-15, mc-19, mc22 ou mc-24.

L'équipement R/C minimum doit comprendre un émetteur avec un mixeur de plateau cyclique sur 3 points et 5 servos pour commander les fonctions Nick, Roll, Pas et Gaz.

Servos: Utiliser uniquement des servos puissants, tels que par ex. C 4041, Réf. N°3916, ou de caractéristiques similaires.

Systèmes de gyroscope:

Système de gyroscope PIEZO 5000, Réf. N°5146 avec le Super-servo DS-8700G, Réf. N°5156, ou: systèmes de gyroscope PIEZO 550, Réf. N°5147, G490T, Réf. N°5137.

Régulateur de régime électronique:

mc-HELI-CONTROL, Réf. N°3286

Alimentation de la réception:

Pour des raisons de sécurité, utiliser uniquement un accu de réception d'une capacité d'au moins 1800 mA, ainsi qu'un cordon interrupteur avec des fils d'une section suffisante. L'utilisation du cordon d'alimentation Power avec prise de charge intégrée, Réf. N°3050 en liaison avec l'accu de réception 4RC-3000 MH, Réf. N° 2568, est particulièrement conseillée.

Un accu de réception composé de plus de 4 éléments ne devra en aucun cas être utilisé.

Un contrôle permanent de la tension de l'accu sera possible avec l'utilisation du Contrôleur d'accu NC, Réf. N°3138.

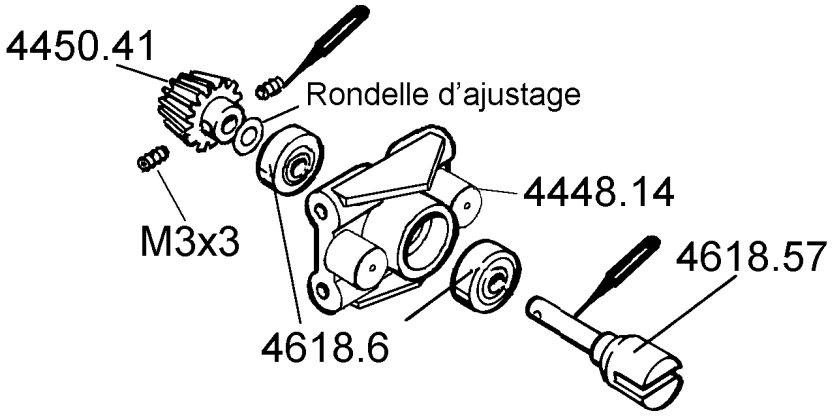
1. Montage de la mécanique principale

La mécanique du STARLET 50 est composée en grande partie de pièces en polyamide renforcé fibre de verre, un matériau qui, comparativement à l'aluminium par exemple, offre d'importants avantages dans la construction d'un modèle d'hélicoptère, tels qu'une grande solidité pour un faible poids, une haute résistance à l'usure et la faculté d'absorber le bruit et les vibrations de la propulsion. Les mécaniques ainsi réalisées possèdent la robustesse et la rigidité nécessaires et avantageuses en cas d'atterrissage « dur », car les pièces restent soit intactes (et ainsi d'une durée d'utilisation illimitée), ou elles cassent et doivent alors être définitivement remplacées. Une déformation du châssis, qui n'est pas toujours visible, mais qui limite la durée de vie des autres éléments, influence la fonctionnalité ou même la sécurité de l'ensemble du système n'est pas possible avec cette structure, comparativement aux mécaniques métalliques.
Les nombreux avantages de la construction en polyamide ont pour seul inconvénient la nécessité d'un montage consciencieux et soigné ainsi qu'un ajustage des composants, une légère rectification des pièces pouvant aussi être occasionnellement nécessaire. Mais le soin apporté ici garantira une longue durée de vie du modèle et une faible usure.

Arbres, paliers, ajustages

Presque toutes les pièces en rotation de la mécanique sont montées sur roulements à billes. Dans ces montages, il est très important que l'arbre entre à force et ne puisse pas tourner dans l'anneau intérieur du roulement, ce qui pourrait échauffer ce dernier (il prendrait alors une couleur bleue ou jaune…) et détériorer le palier en le rendant inutilisable. Dans un cas extrême, le palier pourrait s'échauffer jusqu'à faire fondre le porte-palier en polyamide et l'arbre ne serait plus maintenu. Cela ne proviendrait naturellement pas d'un défaut de la matière du porte-palier, mais d'un mauvais ajustage du palier.
Une autre suite possible d'un ajustage trop libre entrainant le glissement de l'arbre dans l'anneau intérieur du roulement est une diminution du diamètre de l'arbre au niveau du palier ; le pignon monté sur l'arbre perdrait alors son engrènement correct en provoquant une usure prématurée de la denture jusqu'à une rupture.
L'ajustage entre les arbres et les roulements à billes est très serré dans le système Graupner/Heim pour éviter les problèmes décrits ci-dessus. Cependant, par suite des différences dans les tolérances d'ajustage entre le palier et l'arbre, il se peut qu'un ajustage soit trop serré, c'est-à-dire que le palier ne puisse pas être glissé sur l'arbre. Dans ce cas, l'arbre devra être rectifié en conséquence avec du papier abrasif fin (Grain 600 à 1200) jusqu'à ce que le palier puisse être introduit dessus avec une pression modérée.
Avec un ajustage trop libre, également dû aux différences de tolérance, le palier sera collé sur l'arbre avec de la colle pour palier LOCTITE 603 pour garantir une fixation ferme. Il faut noter que plus l'ajustage est serré, plus cette colle liquide prend rapidement : dans certaines conditions, il ne reste que quelques secondes pour placer correctement le palier sur l'arbre avant qu'il ne soit irrémédiablement fixé.
Lorsqu'un arbre est monté sur plusieurs paliers, il faut éviter que ces derniers soient contraints l'un contre l'autre dans le sens axial. Ceci peut être obtenu soit par un ajustage totalement exact des deux paliers sur l'arbre ou par une combinaison d'un ajustage serré et d'un ajustage plus libre : un palier sera fermement fixé sur l'arbre par emmanchement à force ou par collage et l'autre pourra encore être déplacé axialement sur l'arbre par une pression modérée, de sorte que la position optimale sera obtenue d'elle-même après montage.
D'une façon générale, plus le diamètre de l'arbre est faible et plus le régime est élevé, plus grand est le risque que le palier tourne dans le porte-palier. Plus faible est la différence entre les diamètres intérieur et extérieur des paliers, plus grand est le risque de contrainte de ces derniers l'un contre l'autre.
Tout celà devra être pris en considération dans chaque cas particulier pour obtenir une sécurité de fonctionnement et une fiabilité maximum. Dans les instructions qui vont suivre, il sera en outre indiqué à chaque fois quelle fixation doit se faire soit avec du freine-filet liquide, soit avec de la colle pour palier.

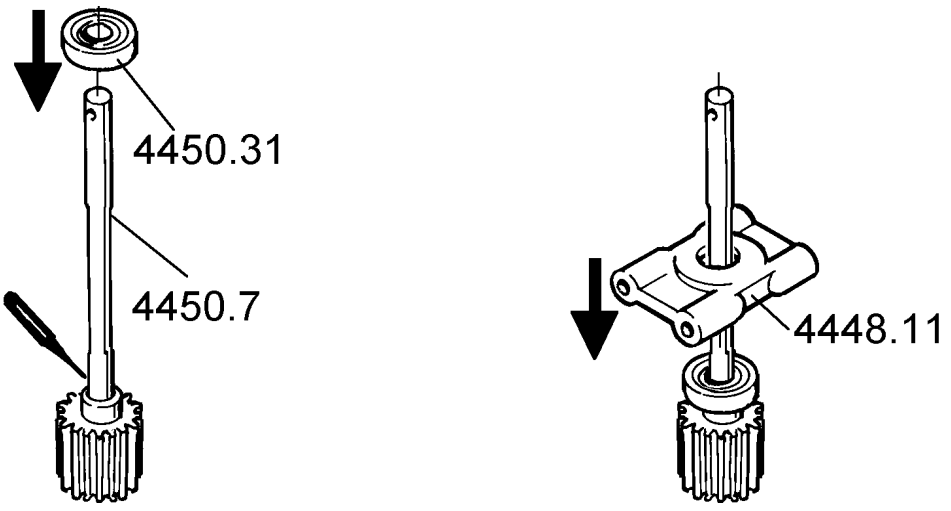
1.1 1 Assemblage du mécanisme du rotor de queue *(Sachet UM-1A)*



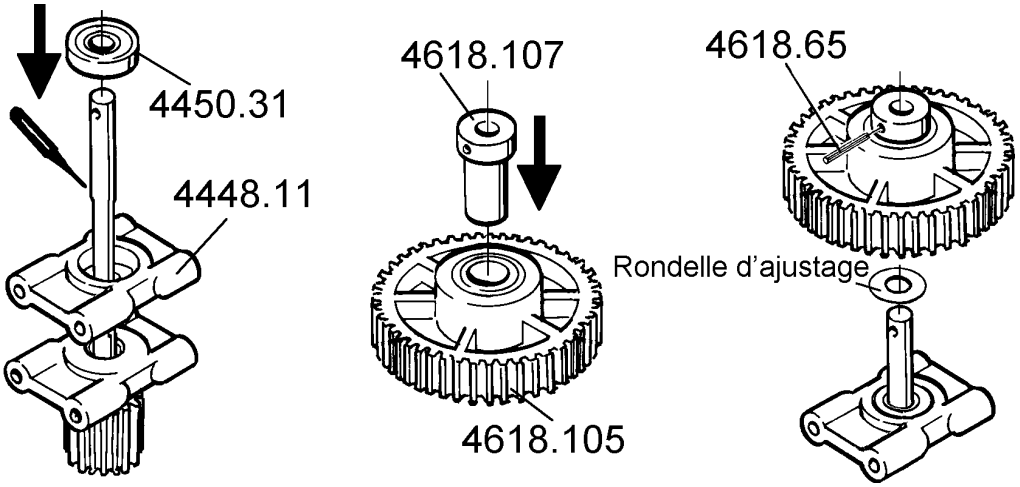
L'arbre de l'accouplement rapide 4618.57 ne doit présenter aucun jeu axial dans le palier 4618.6. Si l'ajustage de l'arbre dans celui-ci n'est pas assez serré, coller l'arbre avec de la colle pour palier 603, Réf. N°951. Pour cela, glisser d'abord le palier arrière sur l'arbre enduit de colle 603 jusqu'en butée contre la fourche de l'accouplement. Attendre la prise de la colle qui, selon l'ajustage, peut demander entre 20 secondes et 30 minutes. Introduire entièrement cet ensemble dans le porte-palier 4448.14 (jusqu'en butée) , puis glisser le palier avant avec une application de colle 603 sur l'arbre et dans le porte-palier, jusqu'en butée. Vérifier immédiatement (avant la prise de la colle !) si l'arbre peut encore tourner librement ou si il n'est pas devenue dur par une contrainte axiale du palier. Dans ce dernier cas, frapper légèrement sur l'extrémité de l'arbre (Par ex. avec la poignée d'un tournevis) ou (plus fortement) sur le porte-palier jusqu'à ce que l'axe puisse tourner librement, puis laisser durcir la colle.
Placer maintenant une rondelle d'ajustage et le pignon 4450.41 sur l'extrémité avant de l'arbre, contre le palier avant et le fixer dans cette position avec les deux vis pointeau. Pour cela, appliquer d'abord du freine-filet liquide (Réf. N°952) dans les taraudages du pignon et serrer la première vis pointeau de façon à ce quelle repose sur le méplat de l'arbre ; pour cela, tourner légèrement le pignon sur l'arbre pour faire correspondre la vis avec le méplat, puis la serrer modérément. Serrer maintenant la vis pointeau opposée et la bloquer fermement, puis bloquer définitivement la première vis pointeau. Cette façon de procéder assurera une rotation du pignon sans faux-rond sur l'arbre.

1.2 Montage de l'arbre primaire *(Sachet UM-1B)*

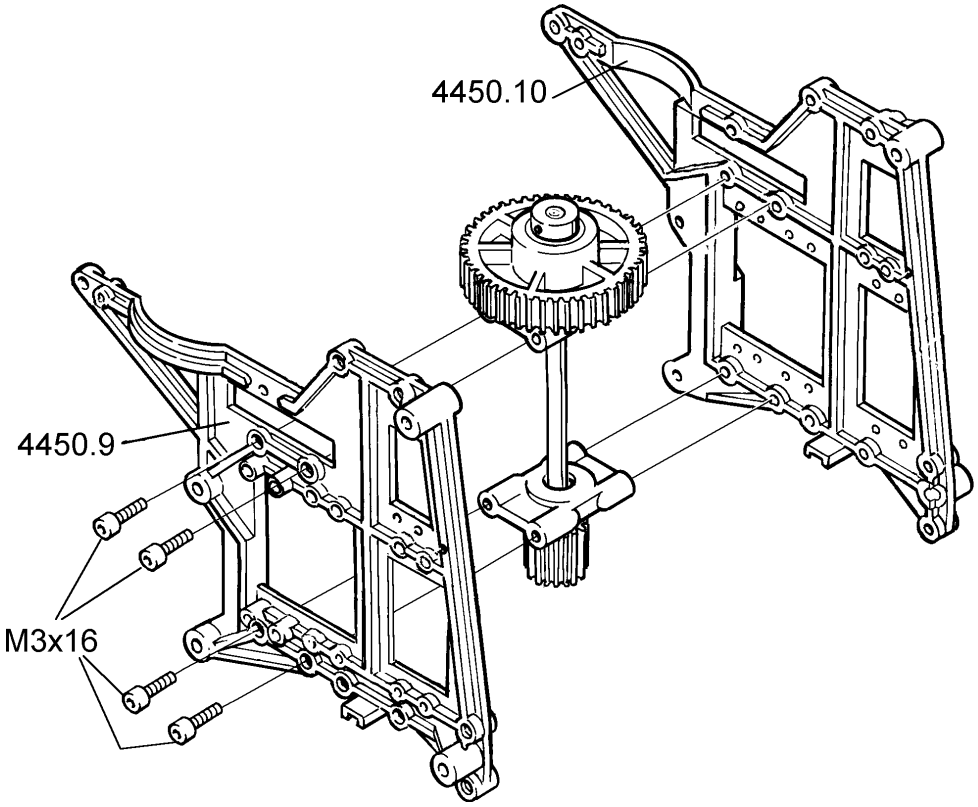
Coller le palier inférieur 4450.31 sur l'arbre primaire 4450.7 avec de la colle 603 (Réf. N°951) en butée contre le pignon, puis laisser durcir la colle. Insérer l'arbre avec le palier dans le porte-palier inférieur 4448.11.



Enfiler le porte-palier supérieur d'abord librement sur l'arbre (Veiller au sens de montage, l'ouverture de ce porte-palier doit être orientée vers le haut), puis introduire le palier supérieur 4450.31 suivi d'une rondelle d'ajustage et de la couronne 4618.105 avec la roue libre 4618.107. Faire correspondre le perçage transversal de l'arbre avec celui de la roue libre et y insérer la goupille tubulaire 4618.65, mais pas trop profondément de façon à ce qu'elle dépasse de l'arbre et puisse être retirée le cas échéant.



Introduire maintenant le palier supérieur 4450.31 dans le porte-palier 4448.11 et glisser cet ensemble vers le haut contre la rondelle d'ajustage sous la roue-libre. Monter provisoirement l'ensemble assemblé de cette façon entre les flancs de la mécanique 4450.9 et 4450.10 pour vérifier si dans l'état actuel le palier supérieur s'aligne au-dessus de la rondelle d'ajustage sur la roue libre, ou s'il subsiste un espace qui devra être compensé par d'autres rondelles d'ajustage. Ne pas comprimer le palier en ajoutant trop de rondelles d'ajustage.

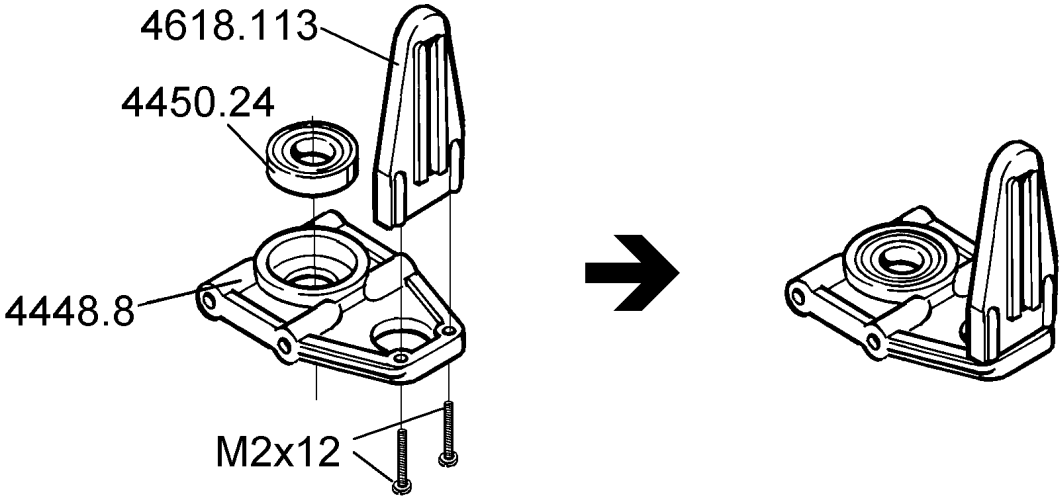


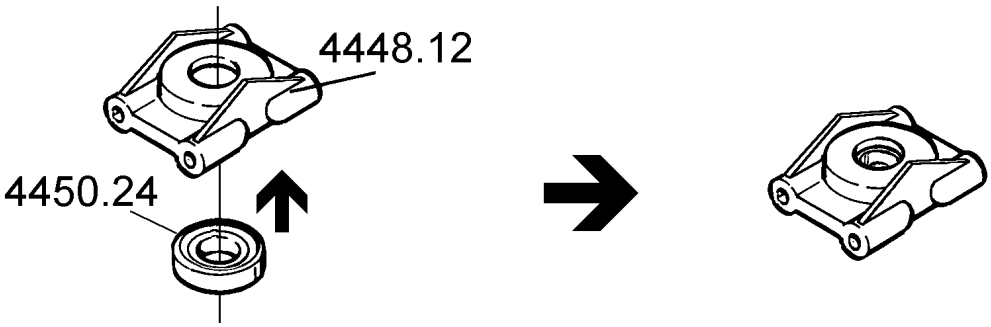
Lorsque l'espace excédentaire est correctement réglé, coller également l'arbre dans le palier avec de la colle Réf. N°951; enfoncer d'abord entièrement et définitivement la goupille tubulaire dans la roue libre. L'ensemble devra rester fixé entre les flancs de la mécanique jusqu'au durcissement de la colle pour palier afin de vérifier la libre rotation de l'arbre et l'établir le cas échéant en donnant de légers coups sur ses extrémités.

1.3 Préparation de l'arbre du rotor principal / palier supérieur

(Sachet UM-1C)

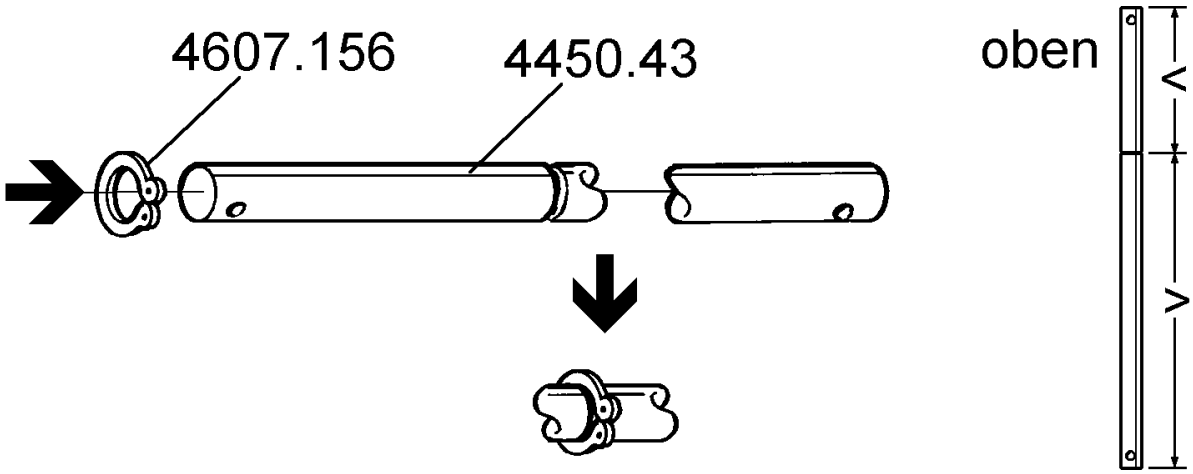
Monter le guide de plateau cyclique 4618.113 sur le porte-palier supérieur 4448.8 avec deux vis à tête cylindrique M2x12. Insérer un roulement à billes 4450.24 dans le porte-palier supérieur et dans celui de l'arbre du rotor principal 4448.12 (Graisser les roulements).





Introduire le circlip 4607.156 par le haut sur l'arbre du rotor principal 4450.43 et le cranter dans la gorge de ce dernier, en veillant aux points suivants:

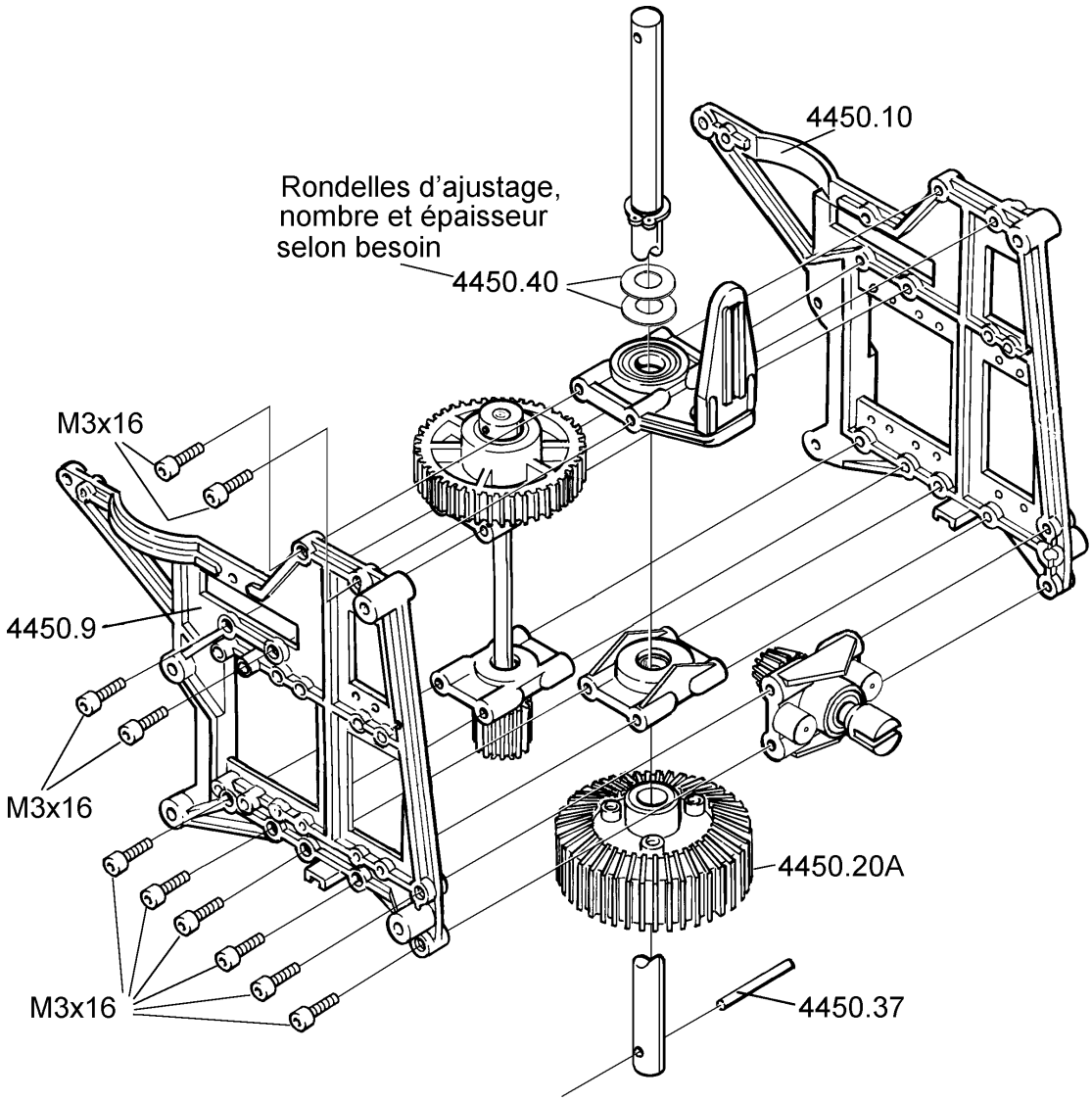
- Le circlip ne devra pas être trop écarté et en aucun cas être ouvert plus que nécessaire pour pouvoir le glisser sur l'arbre du rotor principal (utiliser si possible des pinces spéciales).
- Le bord intérieur du circlip comprend un côté arrondi et un côté vif ; ce dernier doit être orienté vers le haut.
- Le circlip doit être ferment fixé dans la gorge de l'arbre et ne doit pas pouvoir être tourné à la main.



1.4 Assemblage du réducteur principal

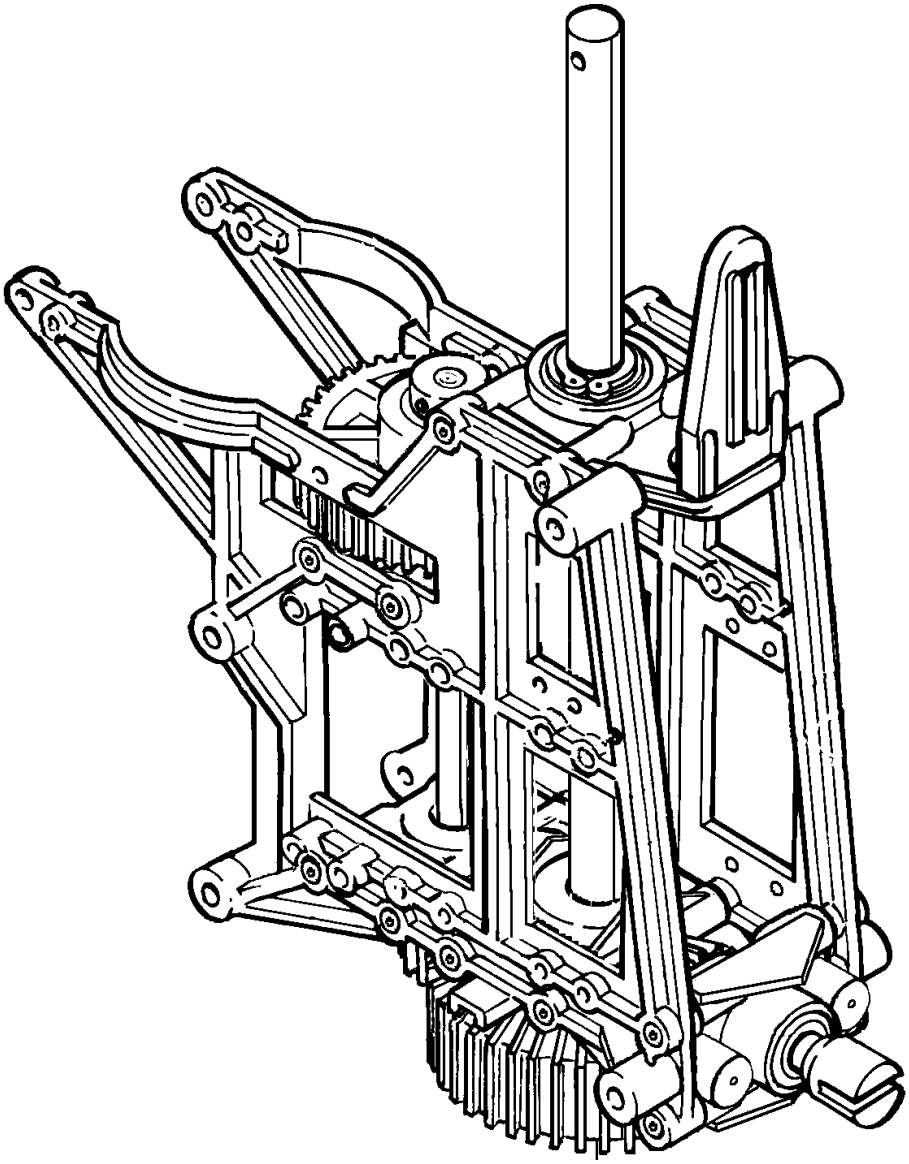
Monter le mécanisme du rotor de queue, l'arbre primaire ainsi que le porte-palier de l'arbre du rotor principal entre les flancs de la mécanique avec des vis BTR M3x16 . Ne pas encore bloquer totalement ces vis. Placer une rondelle d'ajustage 4450.40 et le porte-palier supérieur par le dessous sur l'arbre du rotor principal. Introduire ce dernier par le dessus au travers de son porte-palier inférieur et de la couronne 4450.20A de façon à pouvoir insérer la goupille cylindrique 4450.37 dans son perçage transversal inférieur. Tirer maintenant l'arbre totalement vers le haut pour engager la goupille cylindrique dans la dépression correspondante de la couronne. Monter alors le porte-palier supérieur entre les flancs de la mécanique de même avec des vis BTR M3x16 et vérifier si l'arbre du rotor principal ne présente aucun jeu axial dans les paliers, le cas échéant, compenser ce jeu en interposant d'autres rondelles d'ajustage **sous le circlip**. Veiller cependant à ne pas comprimer le palier en interposant trop de rondelles, ou de trop forte épaisseur.

Pour interposer ou retirer les rondelles d'ajustage, desserrer le porte-palier supérieur et démonter l'arbre du rotor principal dans l'ordre inverse à celui du montage ! Ne démonter en aucun cas le circlip pour cela !



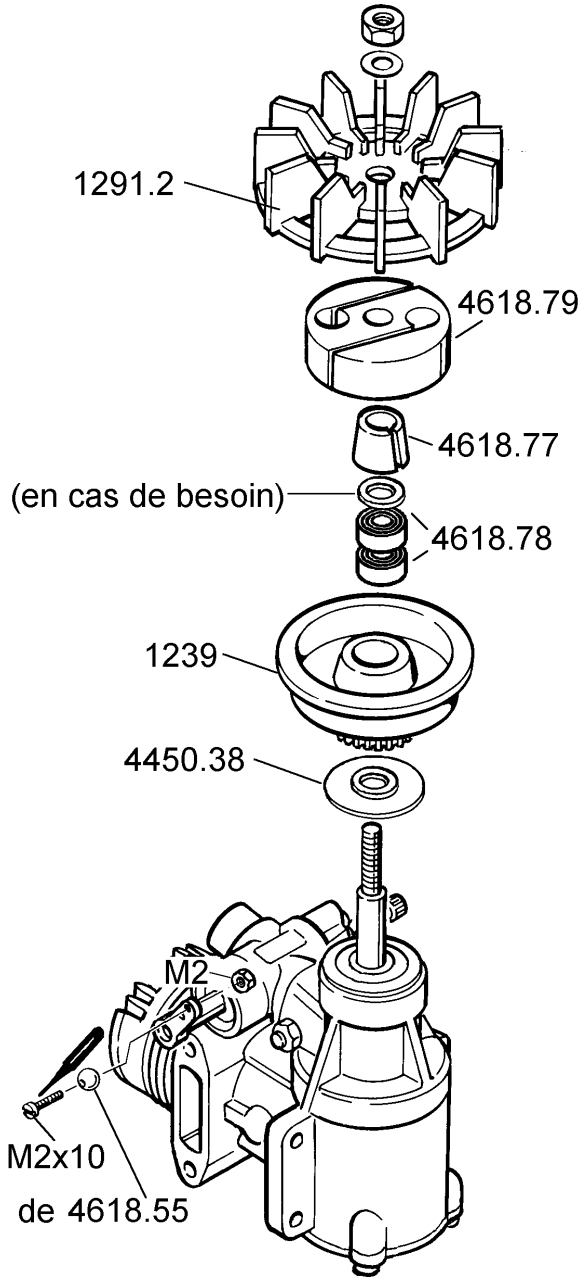
Pour régler le réducteur, il est nécessaire que le jeu d'engrènement de cet étage soit légèrement serré, la couronne devant ainsi être un peu « dure » à tourner. Si ce n'est pas le cas et qu'un jeu d'engrènement perceptible soit présent, le porte-palier inférieur de l'arbre du rotor principal devra être monté tourné horizontalement sur 180°. Si celà n'est pas encore suffisant, le porte-palier inférieur de l'arbre primaire devra aussi être tourné sur 180°. De cette façon, les

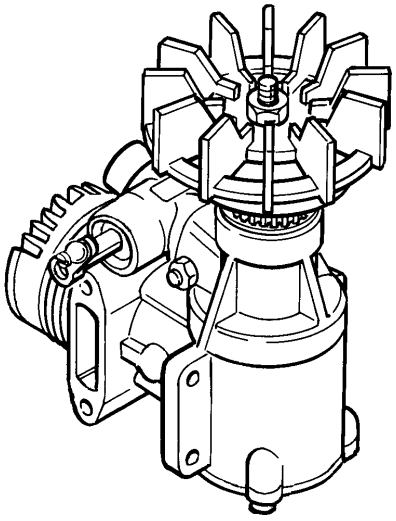
légers décalages des inserts en laiton dans les porte-paliers, jamais inévitables en fabrication, pourront être compensés. Le jeu d'engrènement entre la couronne et le pignon de l'arbre primaire sera ensuite réglé en desserrant un peu les vis BTR 3x16 dans les porte-paliers et en les rebloquant après avoir introduit une bande de papier à lettre épais entre les dentures. Le réducteur doit maintenant tourner librement, sans serrer ou accrocher à un endroit quelconque ; autrement une rectification sera nécessaire.



1.5 Montage du moteur *(Sachet UM-2)*

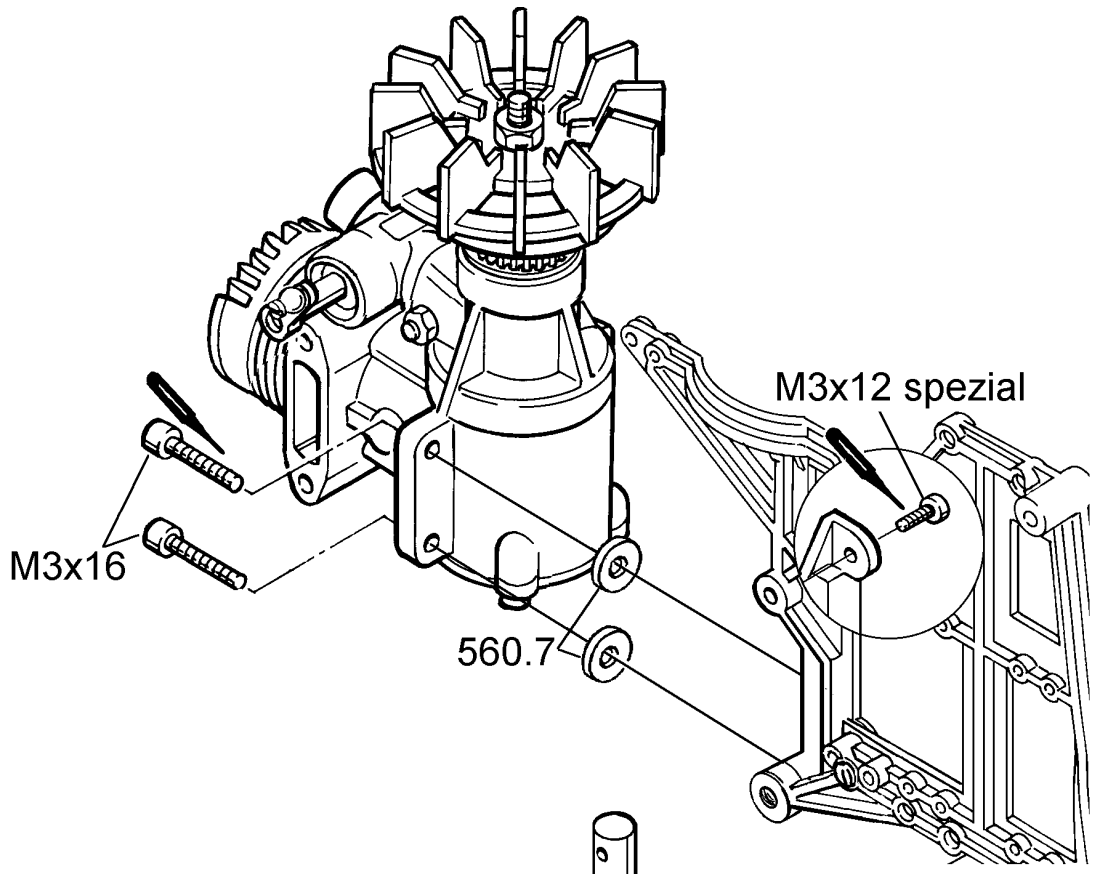
Le moteur prévu pour cette mécanique est équipé d'un vilebrequin à décolletage long Graupner/Heim (ϕ 8mm). D'autres moteurs pourront cependant être montés sur initiative personnelle avec l'utilisation de l'embrayage monté sur palier lisse, disponible séparément.
Après avoir retiré la rondelle plate et l'écrou du vilebrequin, placer dans l'ordre sur celui-ci : la rondelle décolletée 4450.38, deux roulements à billes 4618.78, le cône de serrage 4618.77, la cloche d'embrayage 4618.23, l'embrayage 4618.79, la turbine de refroidissement 4450.2 et avec la rondelle plate fournies avec le moteur placée sur le vilebrequin, visser l'écrou et bien le bloquer.
Si le cône de serrage pénètre totalement dans l'embrayage sans qu'une pression suffisante soit exercée sur le vilebrequin, une rondelle de 8/13x0,5 (de 4450.58) sera interposée sous le cône afin que l'embrayage ne glisse pas ultérieurement sur le vilebrequin. Monter une rotule avec une vis M2x10 sur le trou extérieur du levier du carburateur.

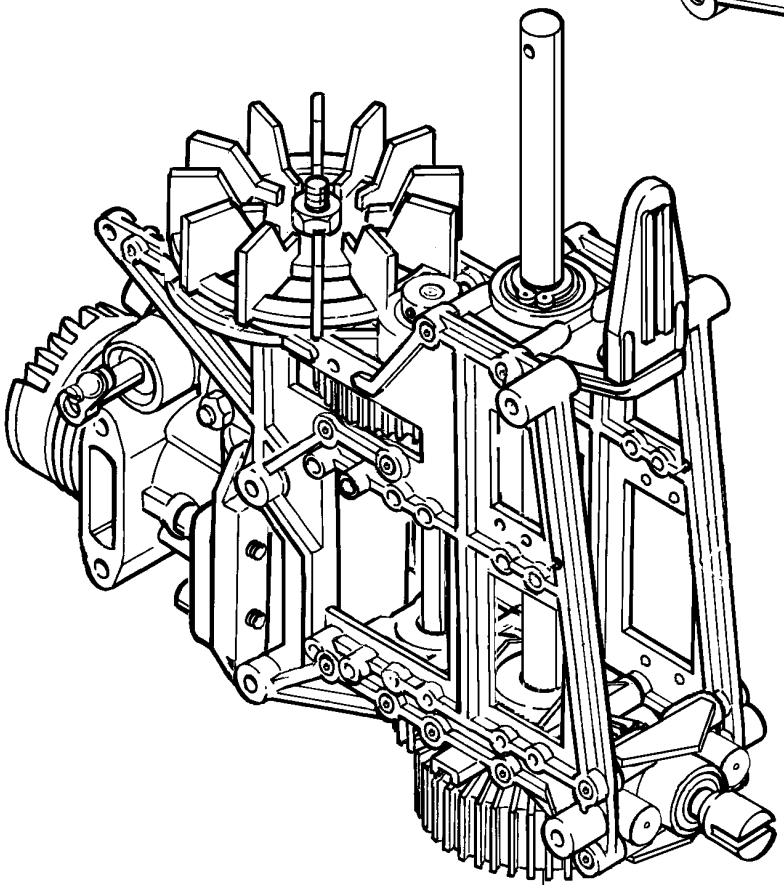




Note:
Le blocage de l'embrayage sur le vilebrequin se fait exclusivement par la pression du cône de serrage sur le décolletage de ce dernier et dans la partie femelle du cône de l'embrayage. Il est préférable de monter d'abord l'embrayage *sans* la turbine de refroidissement et de le bloquer fermement : pour cela, maintenir l'embrayage avec un outil adapté.
En plaçant la cloche d'embrayage sur le vilebrequin, veiller absolument à ce que celle-ci ne soit pas trop poussée vers l'arrière sur ses paliers.
Un embrayage correctement bloqué ne pourra être démonté qu'avec un extracteur (Réf. N°1045) après avoir retiré l'écrou du vilebrequin. Ce dernier ne supporte aucun effort de transmission en fonctionnement, il sert principalement à la fixation de la turbine de refroidissement et éventuellement du cône de démarrage six pans (Pièce en option, Réf. N°4448.103).

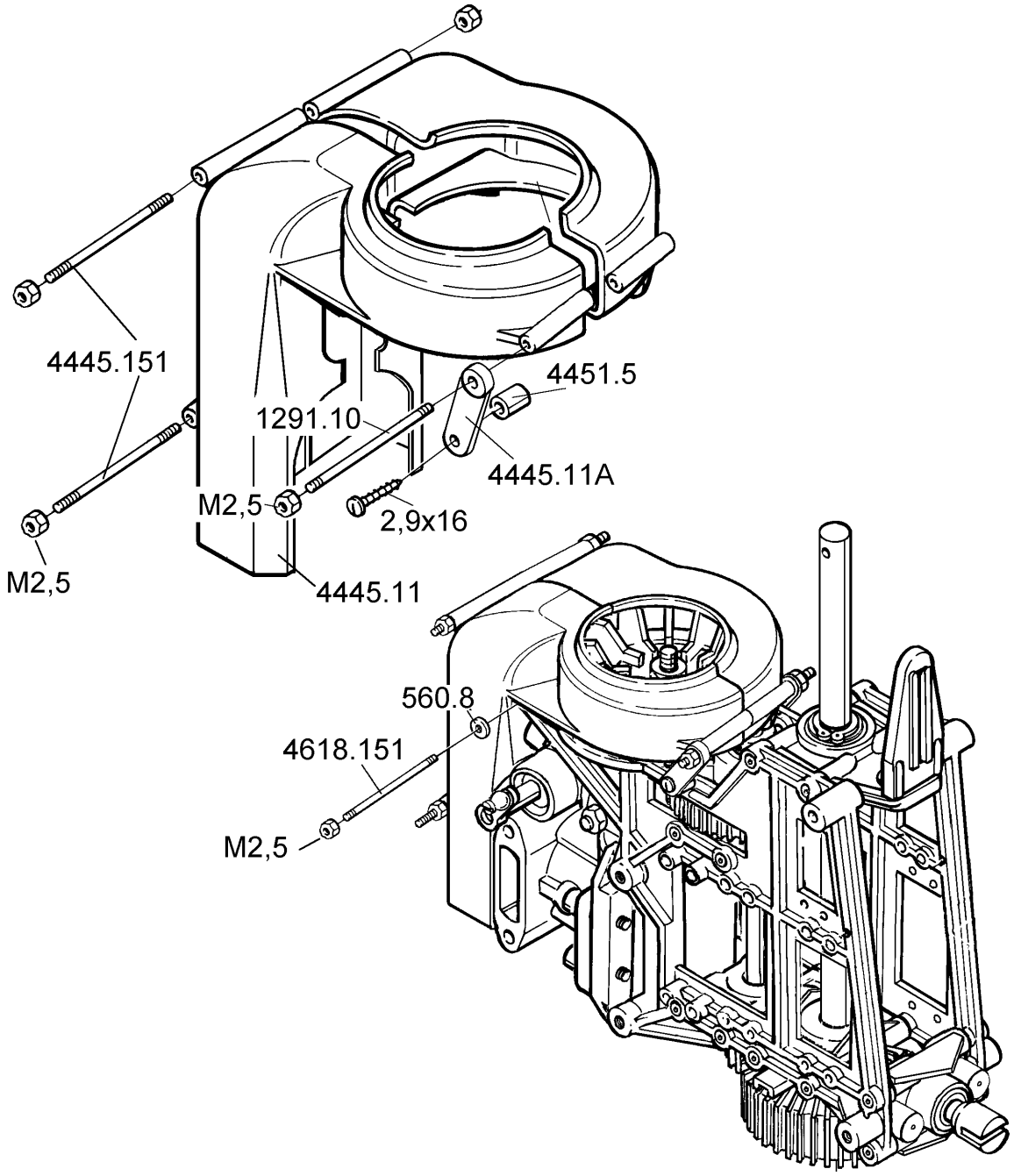
Monter le bâti-moteur 1291.18 sur la mécanique avec deux vis spéciales M3x12 vissées par le côté intérieur. Fixer le moteur sur le bâti avec quatre vis BTR M3x16 en interposant une rondelle plate 560.7 *entre les pattes de fixation du moteur et le bâti* (Voir l'illustration).





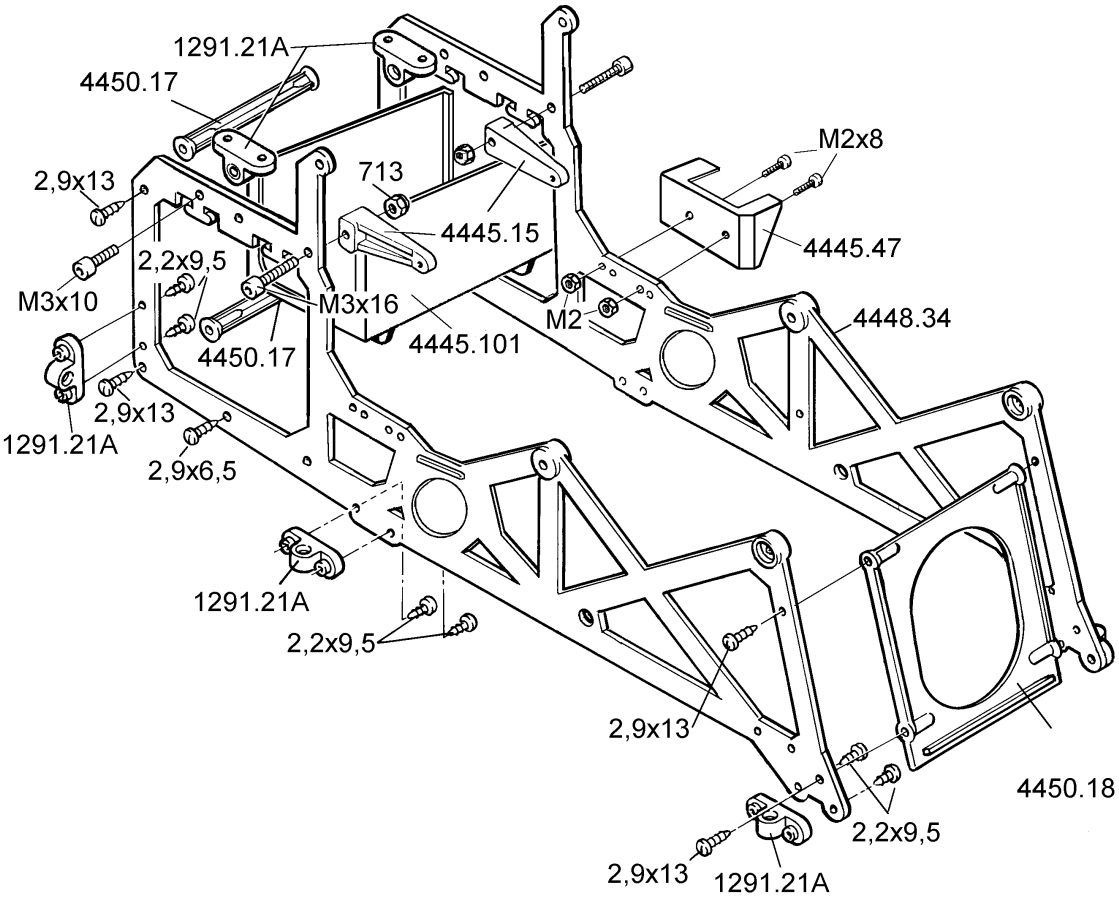
1.6 Montage du carter de la soufflerie *(Sachet UM-3)*

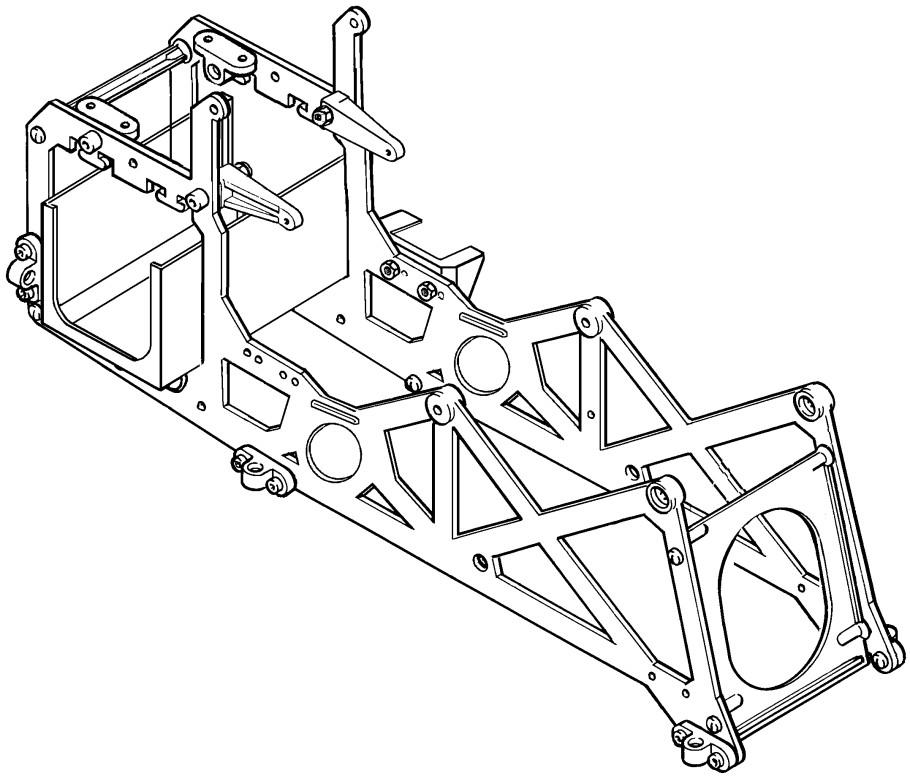
L'ouverture pour le passage du carburateur dans le carter de la soufflerie doit être agrandie dans certains cas, selon le type du carburateur monté sur le moteur, de même que l'ouverture pour le passage du cylindre.
Placer le carter sur le moteur et le fixer sur la mécanique avec une tringlerie filetée 4618.151, des rondelles plates et des écrous à l'avant et avec deux vis parker 2,9x16 à l'arrière.



1.7 Assemblage de la sous-structure *(Sachet UM-4)*

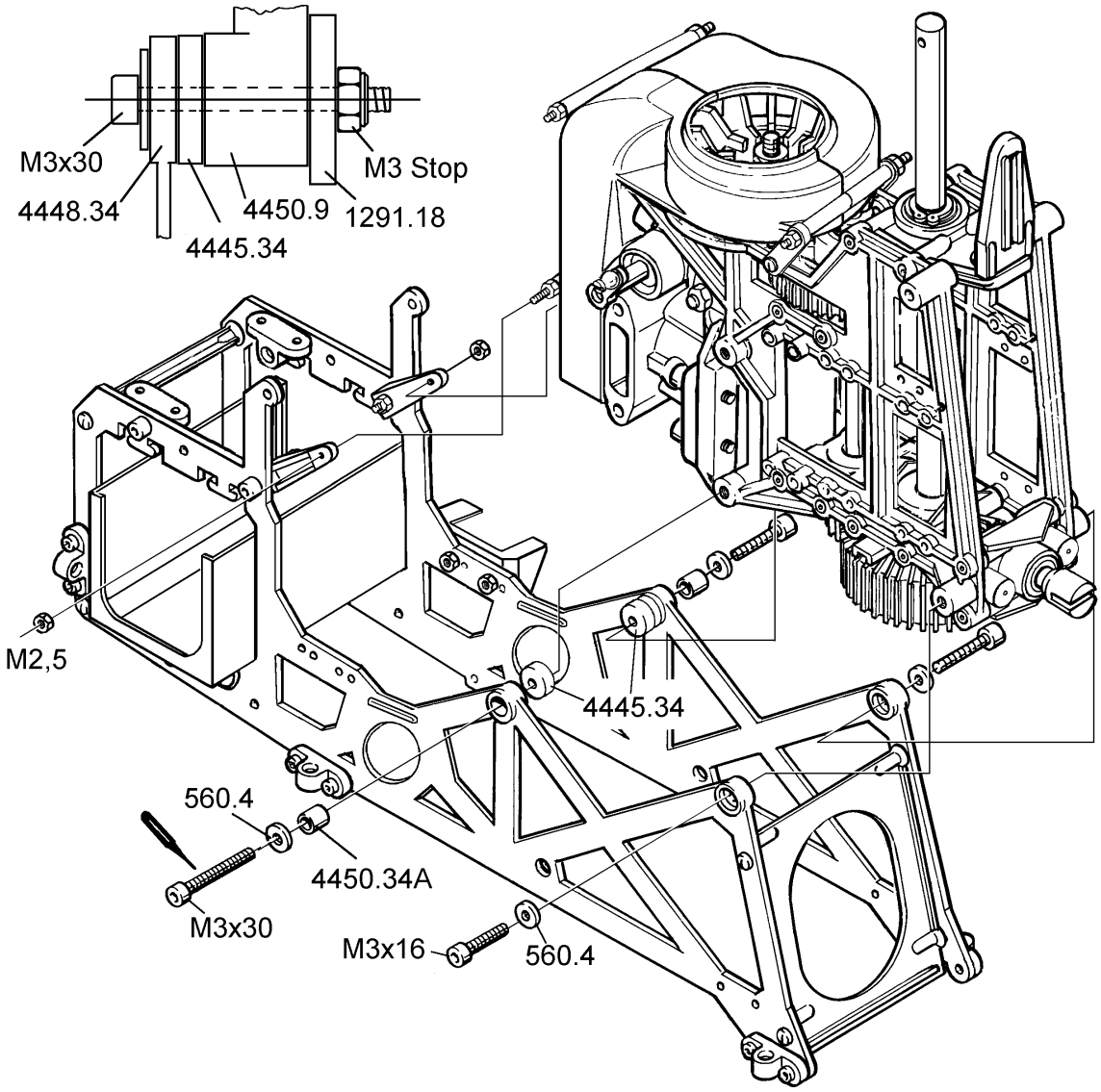
Assembler la sous-structure avec les pièces représentées sur l'illustration; les flancs 4448.34, le couple 4450.18, l'entretoise 4450.17, le coffret R/C 4445.101 et les attaches de patin 1291.21A en utilisant les vis parker indiquées sur l'illustration.





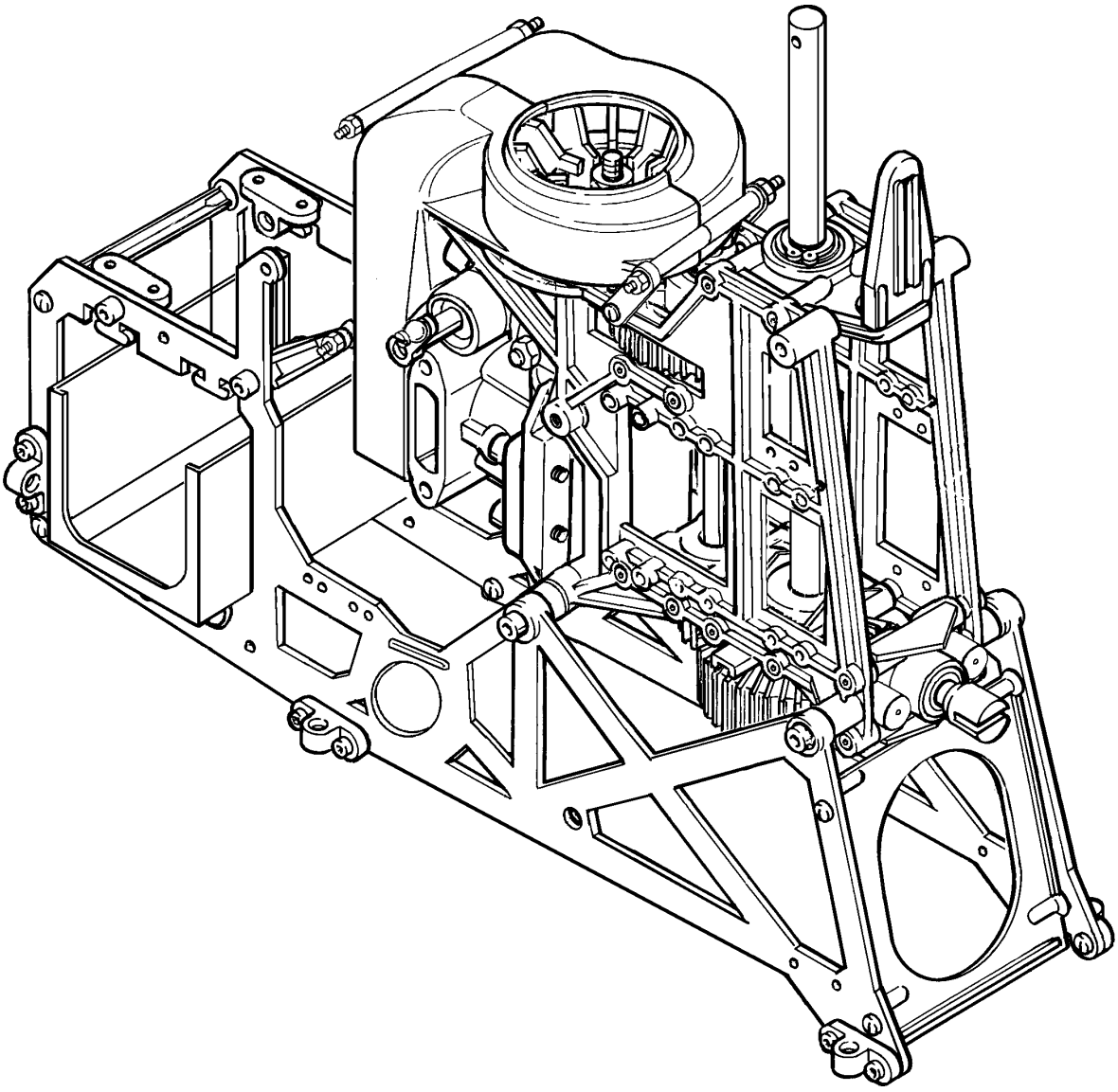
1.8 Montage de la mécanique sur la sous-structure *(Sachet UM-5)*

Encastrer le réducteur principal monté au stade 1.6 entre les flancs de la mécanique avec les pièces de fixation rondes et le bloquer avec des vis BTR M3x16 et des rondelles plates.

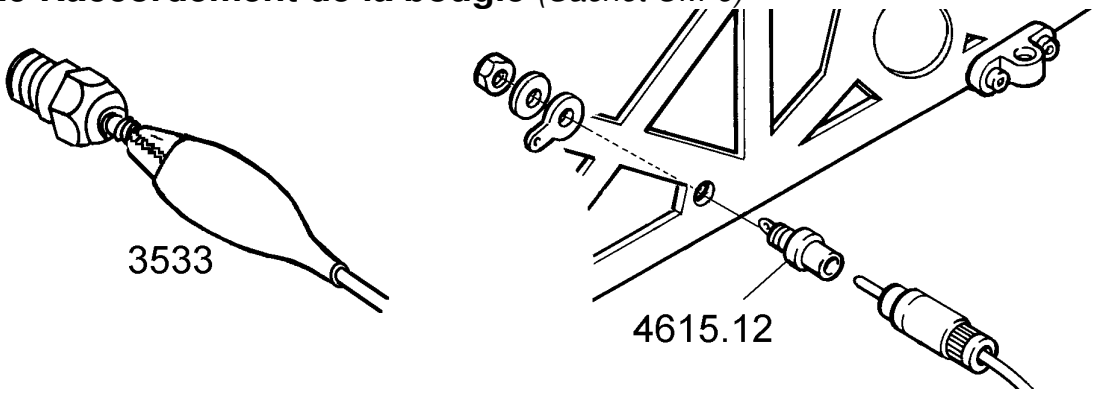


Deux vis BTR M3x30 seront utilisées au milieu, sur lesquelles sera d'abord enfilée une rondelle plate avant de les introduire au travers des bagues en laiton 4450.34A dont sont pourvus les flancs de la sous-structure, puis vissées et bloquées dans les deux bagues d'écartement 4445.34 sur les flancs.
Ces vis dépassent à l'intérieur des trous de fixation inférieurs du bâti-moteur, de sorte qu'un écrou nylstop M3 pourra être vissé sur chacune pour la fixation de ce dernier.

Le jeu d'engrènement du premier étage du réducteur sera réglé en desserrant les vis M3x16 avec lesquelles le porte-palier supérieur de l'arbre primaire est fixé dans les flancs, de même que les écrous nylstop M3 sous le bâti-moteur. Introduire une fine bande de papier à lettre serrée entre la denture du pignon de l'embrayage et la couronne et bien rebloquer toutes les vis ; faire une bonne application de freine-filet sur les vis M3 dans le bâti-moteur. Après avoir retiré la bande de papier entre les pignons, l'ensemble du réducteur doit maintenant tourner librement, le pignon cônique ne doit présenter aucun jeu d'engrènement perceptible dans la couronne.



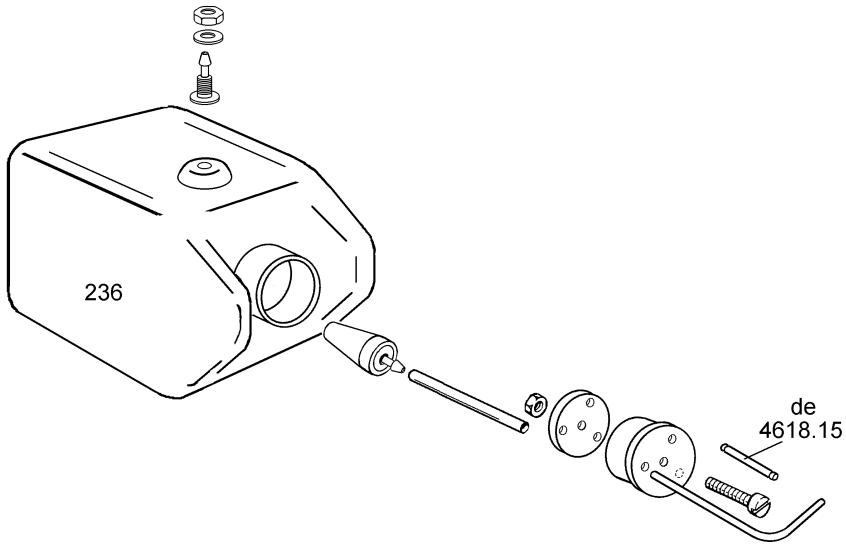
1.9 Raccordement de la bougie *(Sachet UM-6)*



Introduire la fiche femelle du raccordement de la bougie dans le perçage du flanc droit 4448.34 et placer dessus dans l'ordre ; la cosse, la rondelle plate et l'écrou, puis bloquer ce dernier. Confectionner maintenant la liaison au moteur avec le fil double. Pour permettre un remplacement rapide de la bougie, souder la pince crocodile sur le fil du contact milieu de la fiche femelle et la connecter sur la bougie ; fixer l'autre fil à la masse avec une vis de fixation du moteur en interposant une rondelle plate. Après la disposition du câblage, souder un fil sur le pôle Plus et sur le pôle Moins de la fiche femelle.

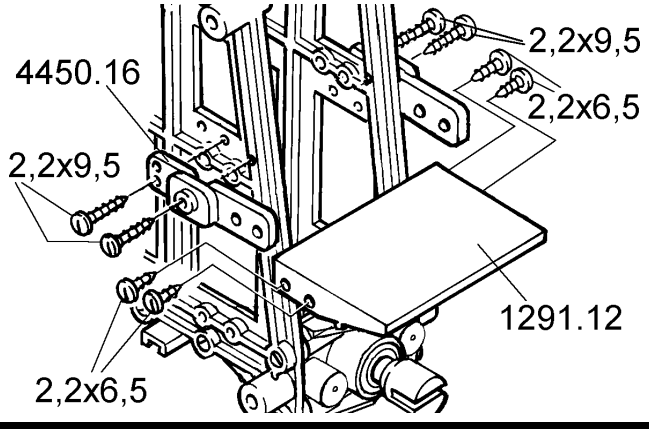
1.10 Réservoir

L'assemblage du réservoir est clairement indiqué sur l'illustration. Monter d'abord la prise de pressurisation dans le petit bossage supérieur du réservoir ; percer un trou de ϕ 5mm, introduire la prise par l'intérieur et la fixer extérieurement avec la rondelle plate et l'écrou.
Le bouchon en caoutchouc comprend (en plus du passage pour la vis) deux autre passages pour les tubes de laiton, le troisième est « borgne » (pour une autre utilisation éventuelle), mais il peut être facilement débouché. Comme ici un seul passage est nécessaire (Prise de raccordement au carburateur/remplissage du réservoir), le deuxième passage sera obturé avec un boulon en laiton (de 4618.15). Le tube de laiton sera formé conformément à l'illustration. Il conviendra de veiller à ce que le plongeur soit entièrement mobile ; en tournant le réservoir à la main, il doit toujours retomber vers le bas. Placer l'anneau en laiton sur le col du réservoir, il empêchera celui-ci d'éclater par la déformation du bouchon en caoutchouc au serrage. Après l'assemblage du réservoir, mettre en place la vis centrale dont le serrage écrase le bouchon en caoutchouc en étanchéifiant le tout.
Les surfaces d'appui du réservoir sont à ébavurer sur le flanc 4448.34. Le réservoir sera alors fixé sur celles-ci avec des bandes élastiques ; le bouchon doit se trouver en arrière. Le conduit d'alimentation vers le moteur sera constitué d'une durit et d'un filtre à carburant en T ; veiller à faire un raccordement au carburateur le plus court possible.
Le remplissage et la vidange se feront par le raccordement entre le plongeur et le carburateur, ce qui est facilité par le filtre à carburant en T. En vol, la durit de remplissage venant latéralement du filtre sera fermée avec le bouchon, pour remplir/vidanger obturer d'abord la durit d'alimentation vers le carburateur avec la pince pour durit, on pourra alors remplir ou vidanger le réservoir par la durit de remplissage.



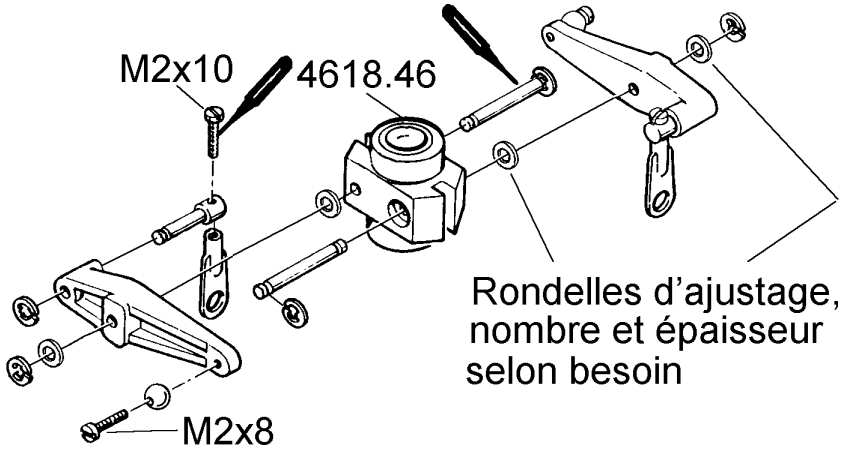
1.11 Montage du support du gyroscope *(Sachet UM-7)*

Monter l'attache 4450.16 du support du gyroscope sur le flanc de la mécanique avec des vis parker 2,2x9,5. Le support 1291.12 sera placé ultérieurement sur l'attache, après le montage des servos, et fixé avec 4 vis parker 2,2x6,5.



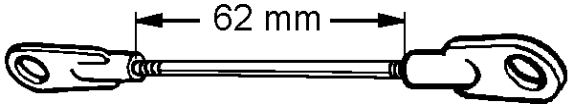
1.12 Compensateur de Pas et plateau cyclique *(Sachet UM-8)*

Le compensateur de Pas 4618.47A sera assemblé conformément à l'illustration.

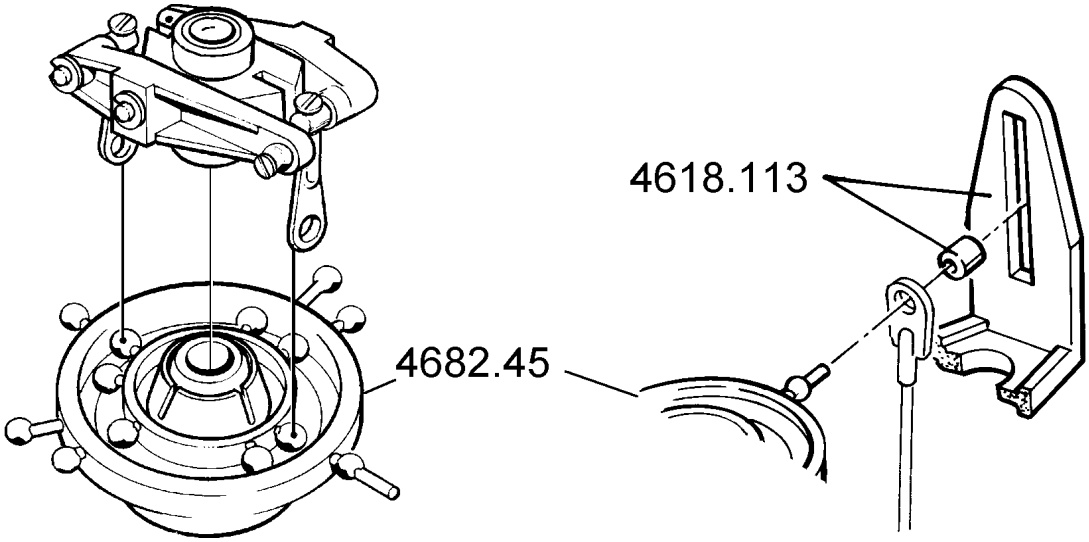


Pour cela, coller d'abord les axes en laiton muni d'un circlip dans les perçages de la pièce centrale du compensateur de Pas 4618.46 avec de la colle pour palier, de façon à ce que leur extrémité avec le circlip se trouve dans la dépression sur la pièce. Ebavurer les bras du compensateur de Pas et les placer sur la partie dépassante des axes, en interposant au moins une rondelle d'ajustage entre la pièce centrale et le bras; chaque bras doit pouvoir pivoter librement sur son axe, ébavurer les perçages le cas échéant. Après avoir posé le circlip extérieur, les bras ne doivent présenter aucun jus axial sur leur axe, autrement d'autres rondelles d'ajustage devront être interposées.

Confectionner trois tringleries conformément à l'illustration avec trois tringleries filetées 4618.51 (ϕ 2mm, longueur 75mm) et six chapes à rotule 4618.55 ; la cote indiquée correspond à la distance libre entre les chapes.



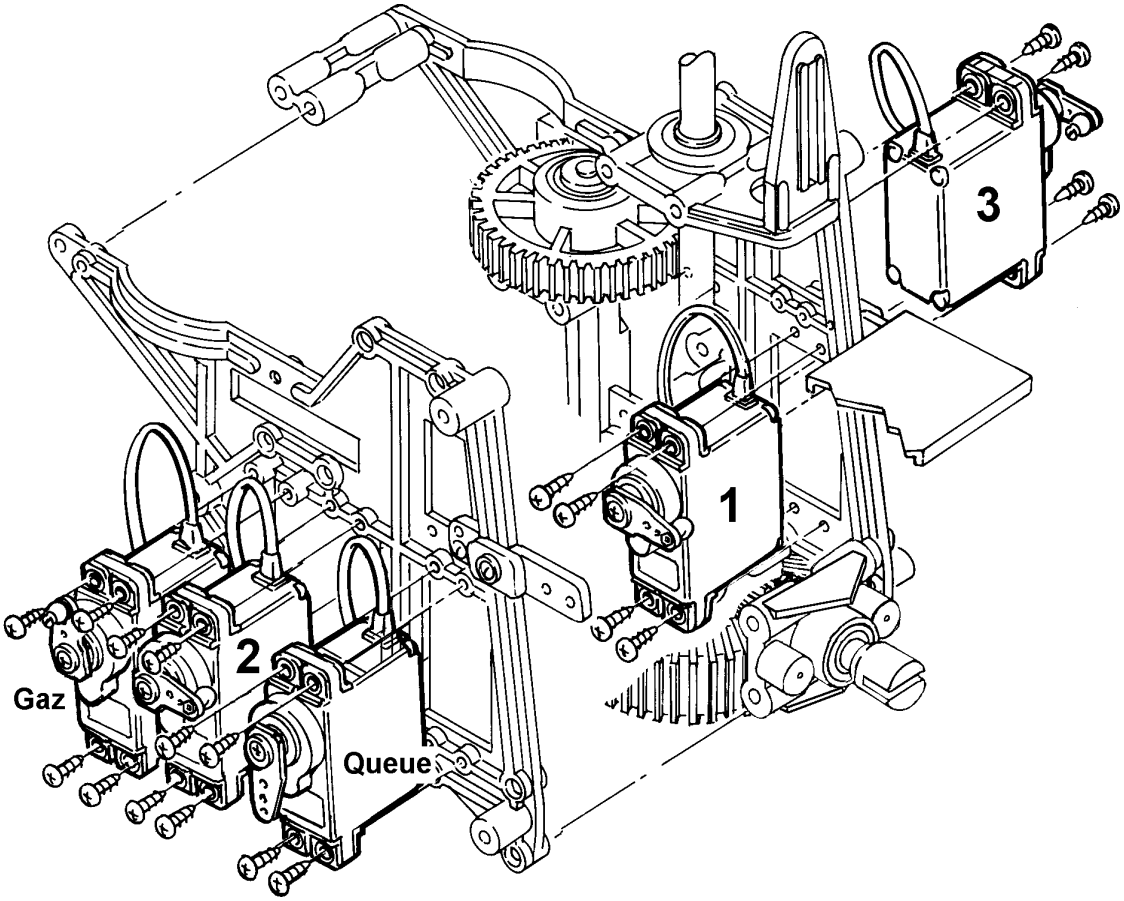
Connecter une tringlerie pour le point de connexion arrière sur la rotule placée sur la cheville de guidage du plateau cyclique 4682.45, placer ensuite la douille en laiton (de 4618.113) sur la cheville et bien la graisser. Glisser le plateau cyclique sur l'arbre du rotor principal et introduire la tringlerie connectée vers le bas au travers du passage arrière dans le porte-palier supérieur; pour cela, courber avec précaution le guide du plateau cyclique 4618.113 pour engager la cheville de guidage avec la douille en laiton dans la fente de ce dernier.
Placer le compensateur de Pas sur l'arbre du rotor principal et connecter les deux chapes sur les rotules de l'anneau intérieur du plateau cycliques indiquées sur l'illustration.



2. Montage de l'installation R/C *(Sachet UM-9)*

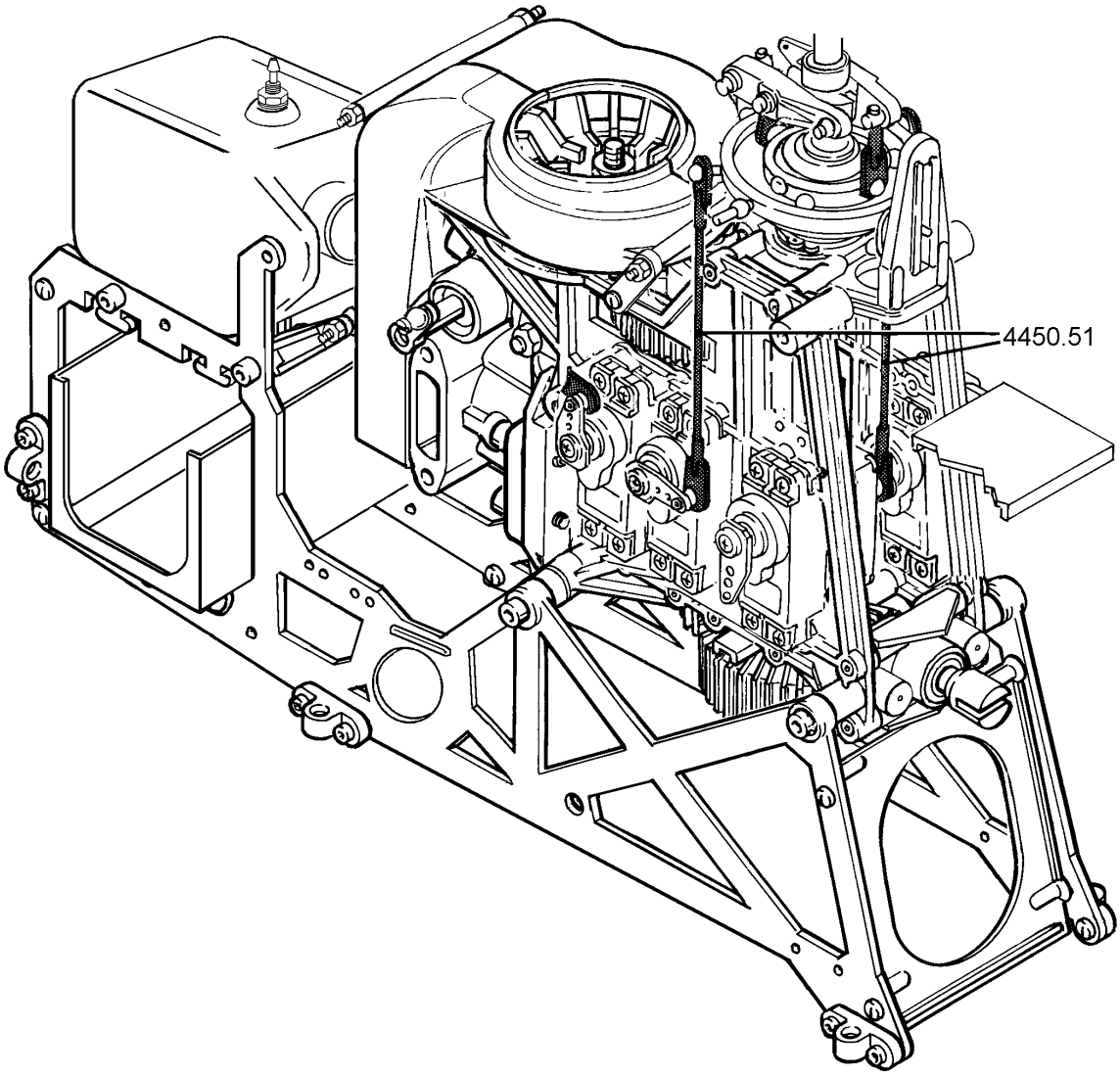
2.1 Montage des servos

Monter sur le palonnier du servo Nick (1) et sur celui des servos Roll (2) + (3) *par le dessous* une rotule en laiton fixée avec une vis à tête cylindrique M2x10 et un écrou M2 en appliquant du freine-filet. La distance entre l'axe de sortie du servo et le centre de la rotule doit être d'environ 18mm. Fixer d'abord le servo Nick par l'intérieur dans son logement sur le flanc droit de la mécanique, son axe de sortie étant orienté vers le haut, avec les 4 vis, les passe-fils en caoutchouc et les œillets (fournis parmi ses accessoires): les œillets doivent être insérés dans les passe-fils par le dessous et les vis filetées par le dessus.
Les trous de fixation des servos dans la mécanique sont intentionnellement légèrement décalés vers l'extérieur de sorte qu'une tension des amortisseurs en caoutchouc assure une meilleure précision de commande.
Les servos Roll seront montés par l'extérieur dans les flancs droit et gauche de la mécanique (Voir le dessin, leur axe de sortie étant également orienté vers le haut) et fixés chacun avec 4 vis. Brancher les servos sur le récepteur conformément aux instructions fournies avec l'ensemble R/C, mettre celui-ci en contact et activer le mixeur de plateau cyclique dans l'émetteur (Réglage: Connexion symétrique sur trois points, 2 servos Roll, 1 servo Nick à l'arrière. Placer les commandes Pas, Nick et Roll en position neutre et monter maintenant le palonnier sur les servos, perpendiculairement à l'arbre du rotor.



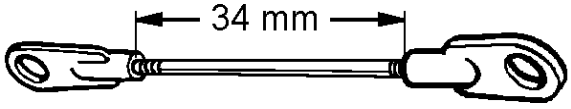
Le servo du rotor de queue sera monté de l'extérieur et fixé dans le flanc gauche de la mécanique. Le palonnier du servo sera orienté vers le bas et devra être parallèle à l'arbre du rotor principal sur la position milieu du Pas.
Fixer *de l'extérieur* une rotule en laiton avec une vis à tête cylindrique M3x10 et un écrou M2 sur le palonnier du servo de gaz, en appliquant du freine-filet. La distance entre l'axe de sortie du servo et le centre de la rotule doit être d'environ 11mm. Monter ce servo dans le flanc gauche de la mécanique avec l'axe de sortie et le palonnier orientés vers le haut.
Les cordons de servo seront passés au travers de la découpe restée libre dans le flanc droit de la mécanique et attachés ensemble sur celui-ci avec de la gaine en spirale, vers le récepteur. La disposition des cordons de servo devra être effectuée avec le plus grand soin ; ils ne doivent toucher en aucun cas les arbres ou la pignonnerie (Danger de crash par le frottement des fils !).

Relier les servos au plateau cyclique avec les tringleries préalablement confectionnées pour former une connexion sur 120°.

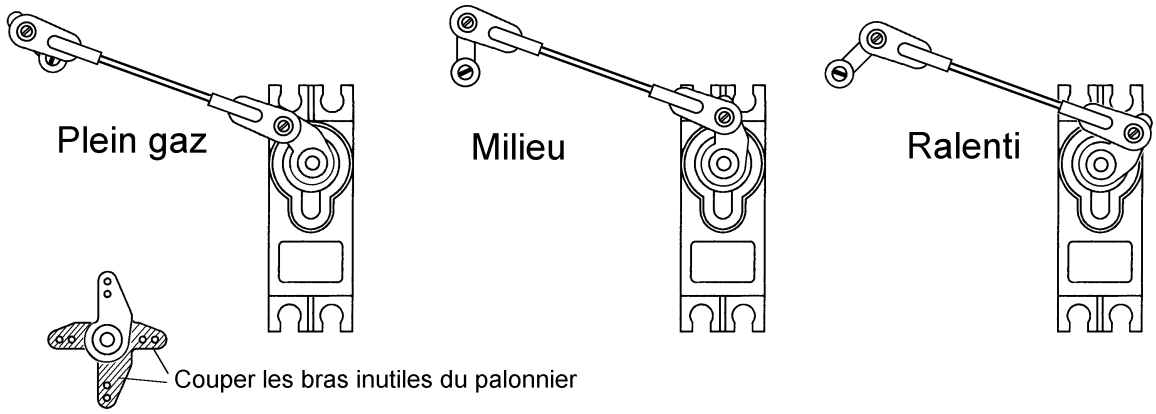


Une connexion du plateau cyclique sur quatre points est également possible, mais devra être effectuée sur initiative personnelle. Pour cela, un autre servo devra être monté dans la découpe encore libre dans le flanc de la mécanique et relié par une tringlerie de ϕ 2,5mm façonnée en correspondance au point de connexion avant du plateau cyclique. La tringlerie des servos 2 et 3 sera reliée aux points de connexion latéraux (90°) du plateau cyclique et le mixeur pour une connexion sur quatre points sera activé dans l'émetteur.
Pour utiliser une connexion sur quatre points, une attention particulière devra être apportée sur le réglage exact des tringleries afin que les servos ne soient pas réciproquement chargés. Pour cela, avec l'installation R/C en contact, mettre le manche de commande du Pas en position milieu (Le palonnier du servo étant alors à 90° des tringleries) et déconnecter d'abord une tringlerie. Mettre maintenant le plateau cyclique en position exactement horizontale par le réglage des trois tringleries restantes. Lorsque cela est obtenu, régler la quatrième tringlerie de façon à ce qu'elle puisse être connectée sans forcer sur la rotule correspondante du plateau cyclique.

Confectionner la tringlerie de gaz avec une tringlerie filetée 4445.84 (ϕ 2mm, longueur 45mm) et deux chapes à rotule 4618.55, conformément à l'illustration ; la cote indiquée correspond à la distance libre entre les deux chapes.



Le palonnier du servo sera relié au levier du carburateur par cette tringlerie comme représenté sur l'illustration:



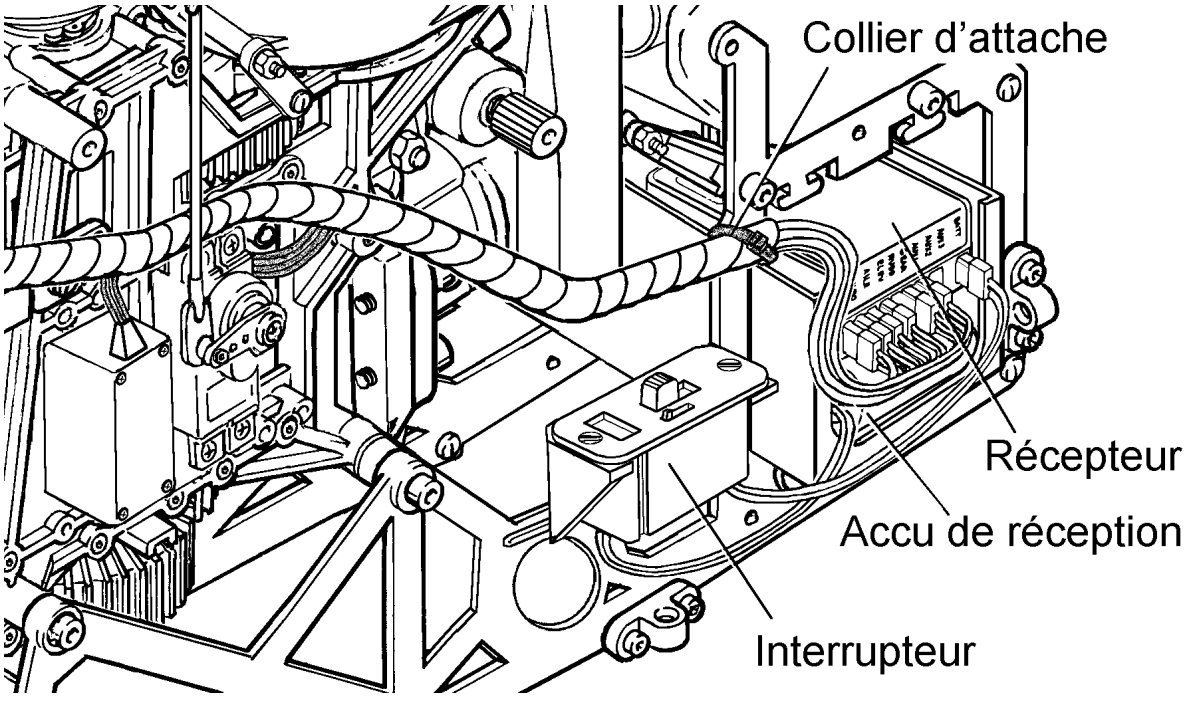
2.2 Montage des éléments restants de l'installation R/C

Pour fixer le gyroscope sur son support, il est conseillé d'utiliser de la bande adhésive double-face, par ex. Réf. N°742. Les fils seront réunis avec les cordons de servo latéralement sur la mécanique et conduits au récepteur vers l'avant.

L'accu de réception sera enrobé dans du caoutchouc mousse en même temps que le récepteurt, le tout placé dans le coffret R/C et fixé par des bandes élastiques. Les sorties de voie du récepteur seront orientées vers la droite, afin que les cordons de servo puissent être directement connectés, sans l'utilisation de cordons de rallonge.

Les cordons de raccordement réunis dans la gaine en spirale seront fixés sur la mécanique avec un collier d'attache de façon à ce qu'ils ne puissent pas être étirés, ni entrer en contact avec les pièces en rotation pour ne pas être frottés.

L'interrupteur de la réception sera monté sur la console fixée sur le flanc droit de la sous-structure, puis relié à l'accu et au récepteur.

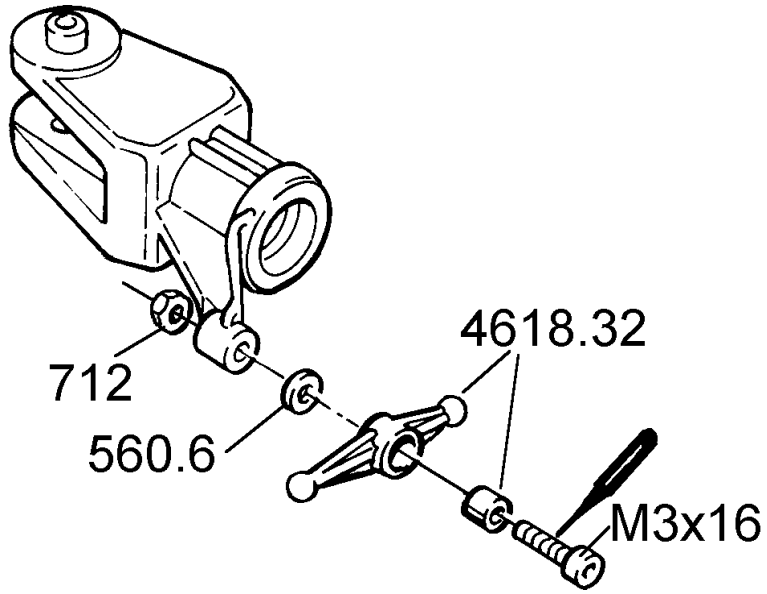


3. Assemblage de la tête du rotor principal *(Sachet UM-10)*

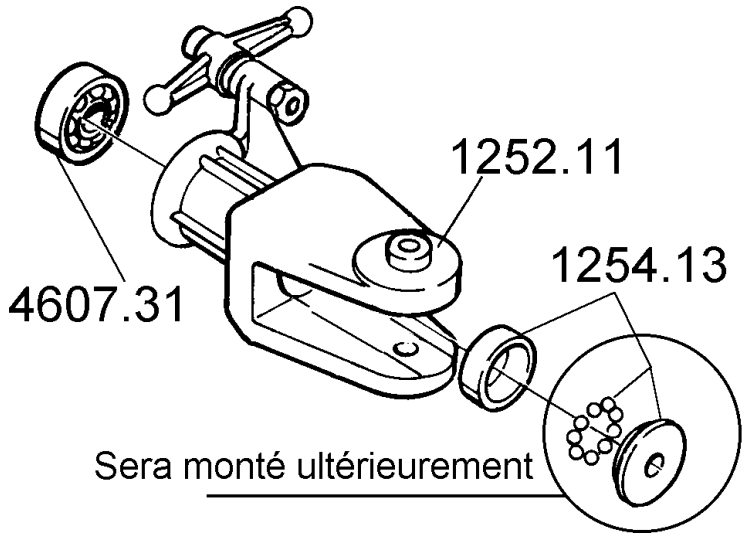
La tête du rotor principal sera assemblée conformément à l'illustration; tous les roulements à billes devront être graissés.

3.1 Préparation des porte-pales

Les douilles en laiton 4618.32 seront d'abord collées sur les vis M3x16 avec du freine-filet (Laisser bien sécher). Les leviers de mixage 4618.32 devront pouvoir pivoter librement sur les douilles en laiton; ébavurer le cas échéant le perçage dans les leviers de mixage et les lubrifier avec de l'huile silicone.



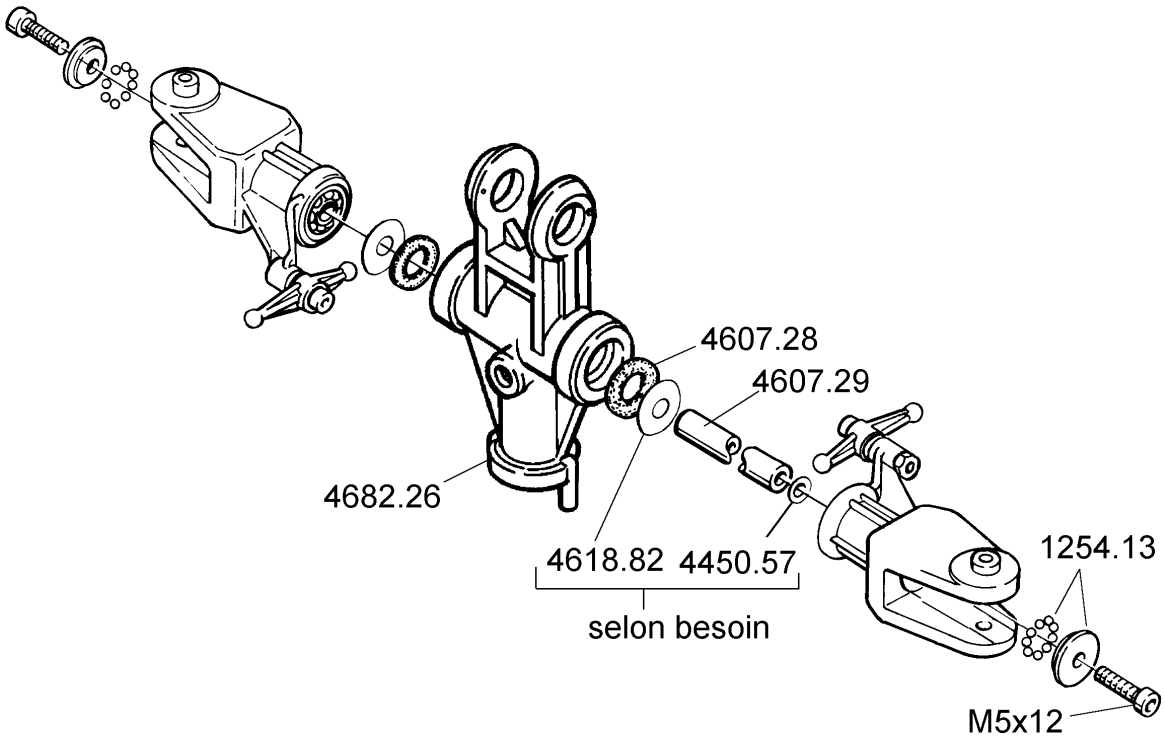
Les roulements radiaux 4607.31 et les protections de roulement 1254.13 doivent être introduits dans les porte-pales 1252.11 en appuyant jusqu´ à l'emboitement suivant le schéma.



Vérifier maintenant si les porte-pales munis des paliers 4607.31 pourront être glissés facilement sur l'arbre 4607.29; le cas échéant, celui-ci devra être rectifié avec du papier abrasif fin (Grain >600) jusqu'à ce que les paliers puissent être facilement glissés dessus.

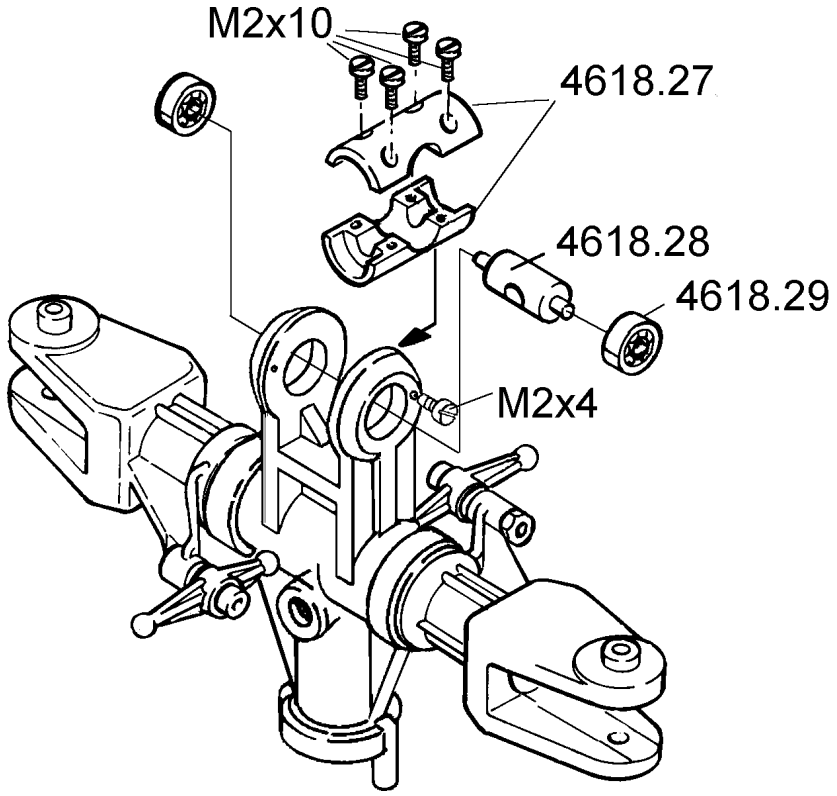
3.2 Montage des porte-pales

Insérer de chaque côté dans la pièce centrale de la tête du rotor 4682.26 les deux joints torique 4607.28 et introduire l'arbre des porte-pales graissé, de façon à ce qu'il dépasse sur une longueur égale de chaque côté. Les joints torique ne devront plus maintenant être retirés. Tenir alors l'ensemble avec l'axe des porte-pales en position verticale. Placer une rondelle d'ajustage de 0,2mm de 4450.56 par le haut sur l'arbre, puis un porte-pale en veillant à ce qu'il soit aligné de façon à ce que le bras portant le levier de mixage passe devant la pale (Voir l'illustration). L'arbre du porte-pales doit alors dépasser de la cage du palier combiné 1254.13.
Remplir maintenant la cage de graisse et placer exactement 14 billes d'acier afin qu'elles ne puissent pas se coincer entre-elles.
Durant ce montage, l'arbre des porte-pales doit dépasser suffisamment dans la cage afin qu'aucune bille ne puisse tomber à l'intérieur, entre le porte-pale et l'arbre.
Mettre ensuite en place la rondelle de butée avec la cuvette du palier combiné et bloquer la vis BTR M5x12.
Retourner maintenant l'ensemble de façon à ce que le porte-pale déjà monté se trouve vers le bas et placer le deuxième porte-pale sur l'arbre en interposant une rondelle d'ajustage de 0,2mm.
L'arbre des porte-pales ne doit en aucun cas être repoussé dans la pièce centrale afin qu'aucune billes du palier combiné déjà monté ne puisse s'échapper !
Monter le deuxième palier combiné comme décrit ci-dessus et bloquer la vis BTR M5x12.
S'assurer du libre pivotement des porte-pales, pour cela, taper éventuellement sur le porte-pale et sur la pièce centrale avec le manche d'un tournevis afin que le palier puisse se mettre correctement en place, sans contrainte.
Si le porte-pale ne pivote pas librement, c'est parce qu'il bute contre la pièce centrale ; une rondelle d'écartement 4450.57 devra alors être interposée entre la rondelle de butée de l'un des deux paliers combinés et l'arbre des porte-pales.
Prendre toutes les précautions pour le démontage du palier combiné afin qu'aucune bille ne s'échappe !
Lorsque la liberté de pivotement des porte-pales est assurée, les vis BTR M5x12 seront définitivement bloquées avec une application de freine-filet. Lorsqu'une rondelle d'écartement a été interposée, bloquer la vis BTR avec précaution afin la rondelle en laiton ne soit pas déformée.

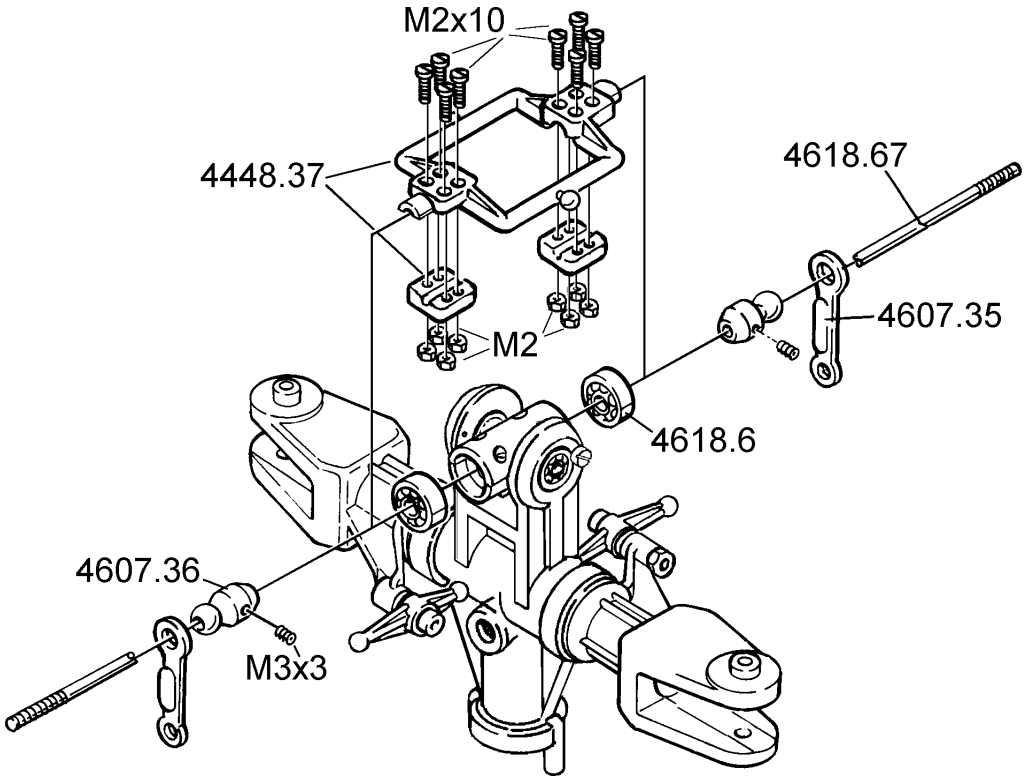


3.3 Montage du rotor auxilliaire

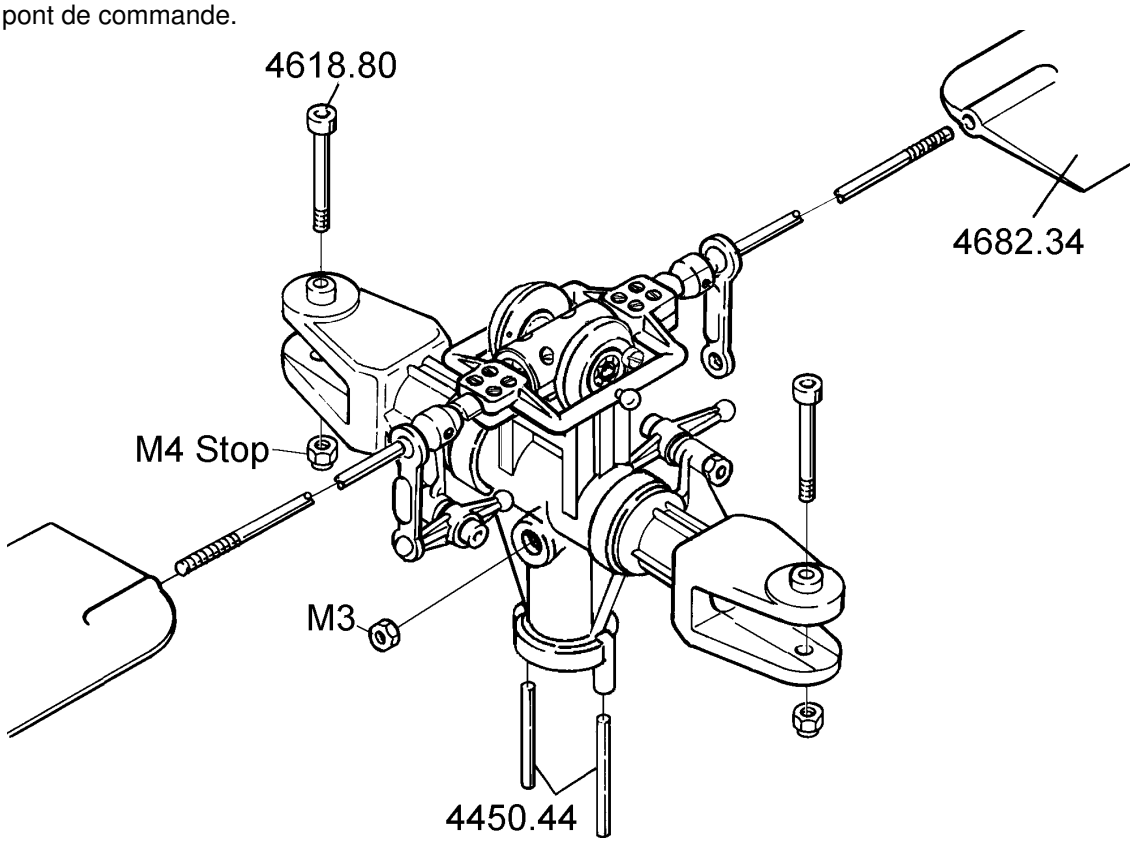
Monter le basculeur 4618.27 conformément à l'illustration. Le perçage dans l'axe 461828 doit correspondre avec l'ouverture longitudinale du basculeur afin que la barre des palettes puisse y être introduite ultérieurement, sans serrer ni glisser. Les deux roulements à billes extérieurs seront fixés dans la pièce centrale chacun avec une vis M2x4. Vérifier le libre pivotement du basculeur.



Insérer un roulement à billes 4618.8 des deux côtés dans le basculeur. Introduire la barre des palettes 4718.67 et la centrer exactement afin qu'elle dépasse des paliers sur la même longueur de caque côté.

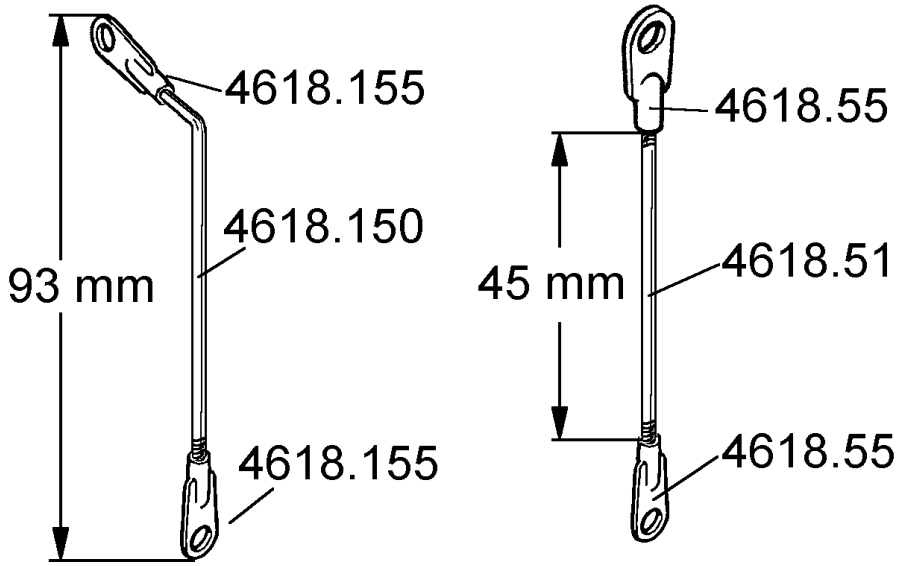


Dépolir la barre des palettes avec du papier abrasif à l'endroit où sera serré le pont de commande et en vissant celui-ci, appliquer du freine-filet entre la barre et le cadre de commande pour empêcher la barre de tourner dans le pont de commande dans les figures de voltige extrêmes.
Glisser une bague d'arrêt à rotule 4607.36 de chaque côté sur la barre des palettes, contre le pont de commande. Appliquer du freine-filet dans les taraudages des bagues d'arrêt à rotule avant de fileter les vis pointeau M3x3. Connecter les double-chapes à rotule 4607.35.
Visser les palettes 4682.34 sur une longueur exacte de 15mm sur les extrémités filetées de la barre en appliquant du freine-filet et les aligner exactement parallèlement entre-elles et avec le pont de commande.



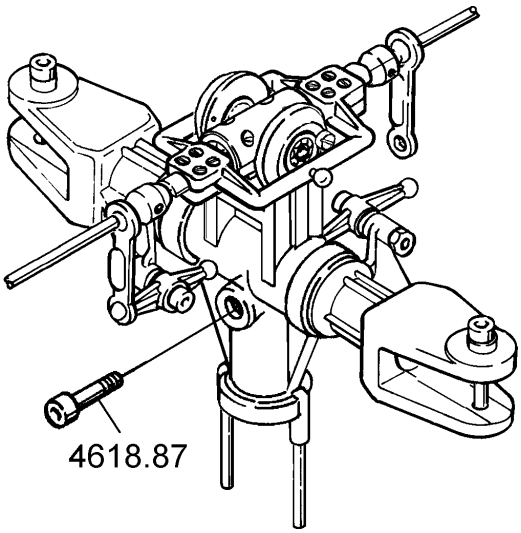
Insérer d'un côté un écrou M3 dans la dépression de la pièce centrale de la tête du rotor, ainsi que les deux chevilles de guidage 4450.44 pour le compensateur de Pas, en appliquant du freine-filet.

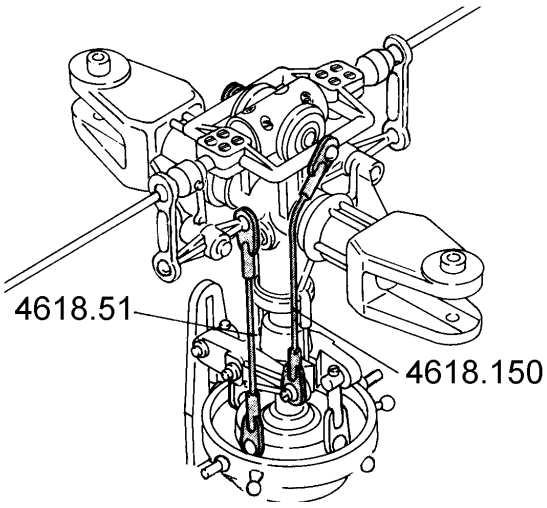
Confectionner deux tringleries de chaque droites et coudées conformément aux illustrations.



3.4 Montage de la tête du rotor principal

Placer la tête du rotor principal sur son axe.
Veiller à ce que le perçage dans la tête du rotor corresponde avec le perçage transversal supérieur de l'arbre et fixer la tête avec la vis spéciale 4618.87.





Monter les tringleries 4618.150 et 4618.51 préalablement confectionnées conformément au dessin. Noter que les leviers de mixage 4618.32 comprennent des bras de longueurs différentes.

Les double-chapes à rotule de la barre des palettes devront être connectées sur le bras le plus long, les tringleries droites partent des bras les plus courts sur les leviers intérieurs du plateau cyclique.

Les tringleries coudées 4618.150 devront encore être réglée pour obtenir la plage de réglage du Pas maximum possible, en procédant comme suit :

Pousser le plateau cyclique totalement vers le haut, pour cela déconnecter le cas échéant les chapes à rotule sur l'anneau extérieur.

Le plateau cyclique doit alors buter exactement contre le compensateur de Pas, lorsque lui-même touche le bord inférieur de la tête du rotor.

Si ce n'est pas le cas, les tringleries coudées devront être réglées comme suit :

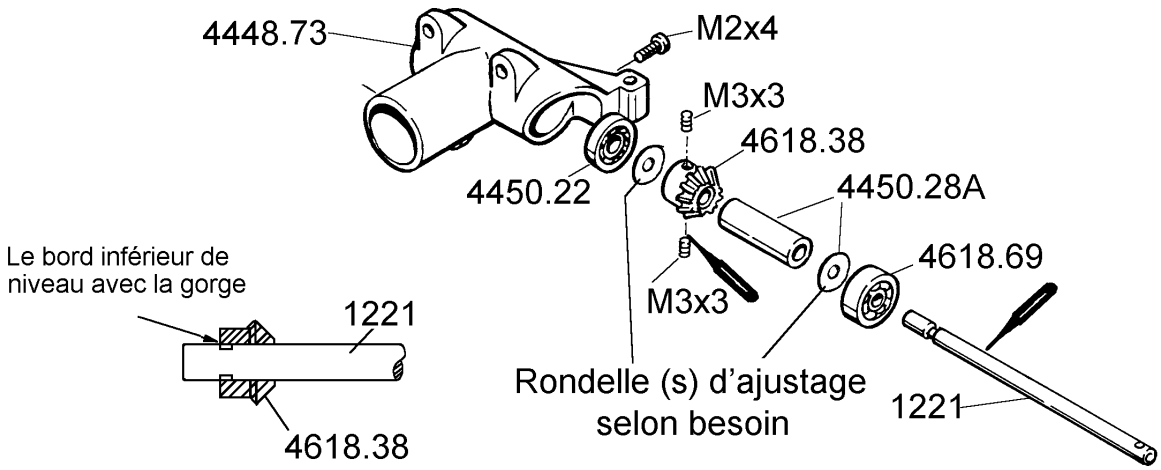
- Le plateau cyclique bute contre le compensateur de Pas, mais il subsiste encore un espace entre celui-ci et la tête du rotor: ⇨ Raccourcir les deux tringleries
- Le compensateur de Pas bute contre la tête du rotor, mais il subsiste encore un espace entre le plateau cyclique et le compensateur de Pas: ⇨ Rallonger les deux tringleries

Veiller absolument à régler identiquement les deux tringleries afin qu'elles aient la même longueur.

Terminer par un réglage fin du rotor auxilliaire de façon à ce que les palettes Hiller soient parallèles au plateau cyclique lorsque celui-ci est aligné horizontalement. Pour cela, régler les tringleries 4618.150 en sens contraire sur la même valeur, mais jamais une tringlerie seule!

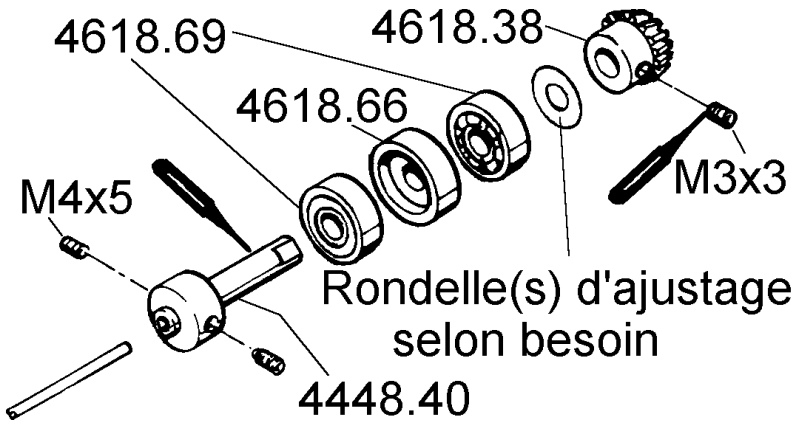
4. Assemblage du mécanisme du rotor de queue *(Sachet UM-11, 11A)*

Monter le pignon cônique 4618.38 sur l'arbre du rotor de queue conformément à l'illustration. Appliquer du freine-filet dans les taraudages du pignon, puis bloquer les vis pointeau M3x3; l'une des deux vis doit venir en appui sur le méplat de l'arbre. Ne pas bloquer exagérément ces vis afin que le pignon ne tourne pas ultérieurement avec un faux-rond. Placer la bague d'écartement 4450.28A ainsi que les paliers 4618.69 et 4450.22 totalement l'un contre l'autre. Introduire l'ensemble dans le carter du rotor de queue 4618.73 jusqu'en butée et le fixer avec la vis M2x4. Vérifier que l'arbre ne présente aucun jeu axial, le cas échéant interposer des rondelles d'ajustage 5/10x0,1.



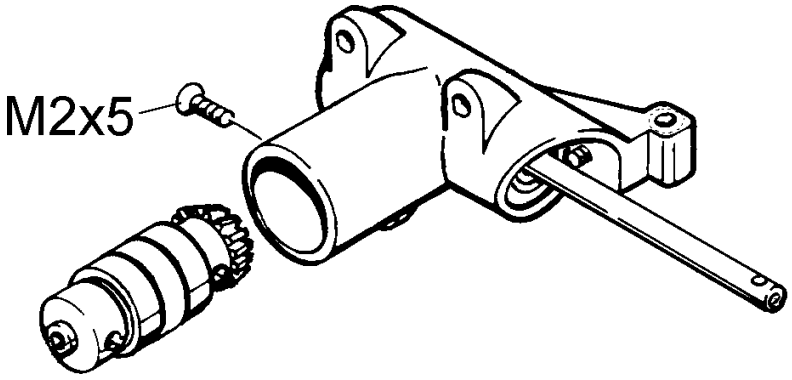
Introduire sur l'arbre d'entrée du rotor de queue 4448.40 les deux paliers 4618.69 et la bague d'écartement 4618.66 avec une application de colle pour palier, Réf. N°951, conformément à l'illustration. Les paliers ne devront pas être comprimés, le cas échéant les tapoter (par ex. avec le manche d'un tournevis) de façon à ce qu'ils se placent correctement sur l'arbre; laisse ensuite durcir la colle pour palier.

Placer une rondelle d'ajustage 5/10x0,1 et le pignon conique 4618.38 d'abord sans application de colle pour palier, Réf. N°951, conformément à l'illustration. Visser les vis pointeau M3x3 dans le pignon conique de façon à ce que l'une des deux vienne en appui sur le méplat de l'arbre d'entrée.



Introduire l'ensemble de l'arbre de transmission terminé dans le carter du rotor de queue de façon à ce que le perçage dans la bague d'écartement 4618.66 corresponde avec celui du carter et serrer ensuite la vis M2x5.
Introduire une tige (un tournevis ou autre) au travers des taraudages de l'accouplement 4448.40. Tirer fermement sur l'accouplement avec cette poignée improvisée (contre le vissage avec la vis à tête fraisée) afin que l'ensemble de la transmission se place dans le carter du rotor

de queue de façon à ce que le jeu d'engrènement maximal possible des pignons coniques sous charge soit obtenu. Vérifier maintenant que la transmission du rotor de queue tourne librement, avec un jeu d'engrènement des pignons coniques juste perceptible.

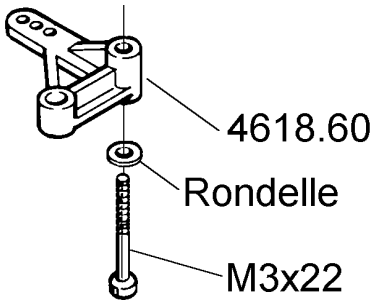


Si le jeu d'engrènement est trop faible et que les pignons tournent ainsi difficilement, démonter la transmission, retirer les rondelles d'ajustage et la remonter; avec au contraire un jeu d'engrènement trop important, d'autres rondelles d'ajustage devront être interposées. En tirant en correspondance sur la transmission comme décrit ci-dessus, le jeu d'engrènement nécessaire des pignons coniques pourra être obtenu.

***Note**: Si le jeu d'engrènement ne peut pas être réglé de façon satisfaisante, cela peut provenir que par suite des tolérances de fabrication le pignon conique se trouve trop éloigné extérieurement sur l'arbre du rotor de queue et qu'il ne présente aucun engrènement correct avec le pignon conique sur l'arbre d'entrée. Cela se remarque lorsque le pignon conique sur l'arbre d'entrée frotte déjà visiblement de la pointe des dents sur la bague d'écartement longue, bien qu'un jeu d'engrènement soit existant. Dans ce cas, des rondelles d'ajustage devront être interposées entre la bague d'écartement et le palier 4618.69 et entre le pignon conique 4618.38 et le palier 4450.22, jusqu'à ce que le faible jeu d'engrènement soit réglé.*

Démonter à nouveau les deux ensembles, glisser le palier sur l'arbre du rotor de queue ainsi que le pignon conique sur l'arbre d'entrée avec une application de colle pour palier, Réf. N°951 et remonter définitivement le tout; bloquer aussi définitivement les vis pointeau avec du freine-filet.

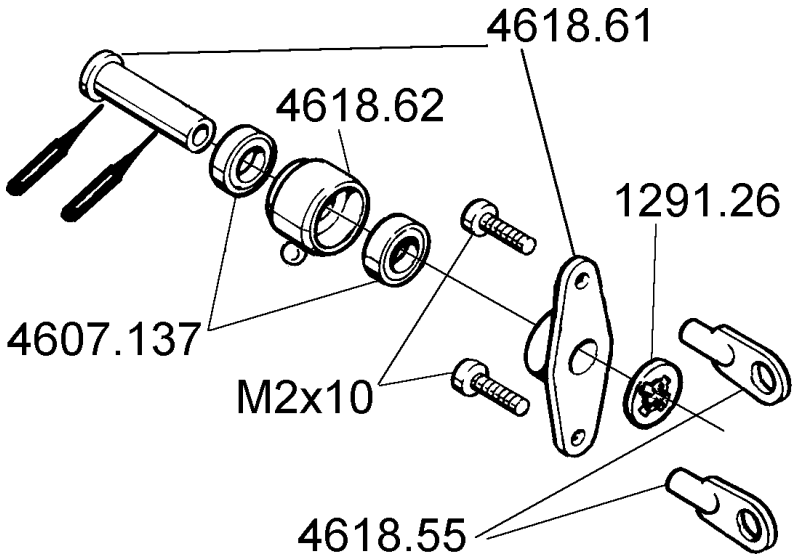
Placer la vis BTR M3x22 une rondelle plate de ϕ 3mm ainsi que le palonnier de renvoi du rotor de queue 4618.60.



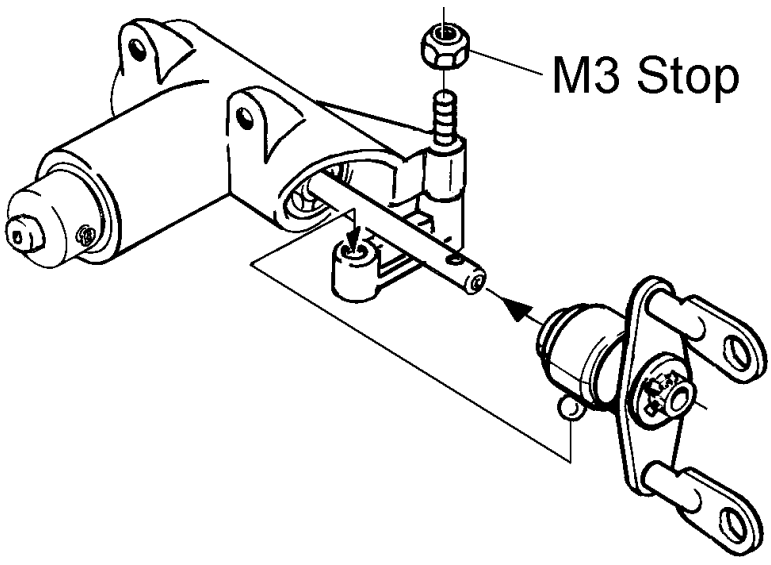
Vérifier si le palonnier de renvoi pivote librement sur la vis, le cas échéant ébavurer le perçage dans le palonnier et le lubrifier avec de l'huile silicone. Visser la vis portant le palonnier sur quelques tours dans le carter du rotor de queue, mais ne pas encore la bloquer parce que le pont de commande devra d'abord être monté comme il va être décrit dans le prochain paragraphe.

5. Montage du pont de commande *(Sachet UM-11B)*

Insérer les roulements à billes 4607.137 jusqu'en butée dans la bague de commande 4618.62. Glisser l'ensemble enduit d'un peu de freine-filet (ne pas le laisser pénétrer entre la bague et le manchon de commande!) sur le manchon de commande 4618.61 de façon à ce que l'anneau intérieur du palier vienne contre la collerette de celui-ci.

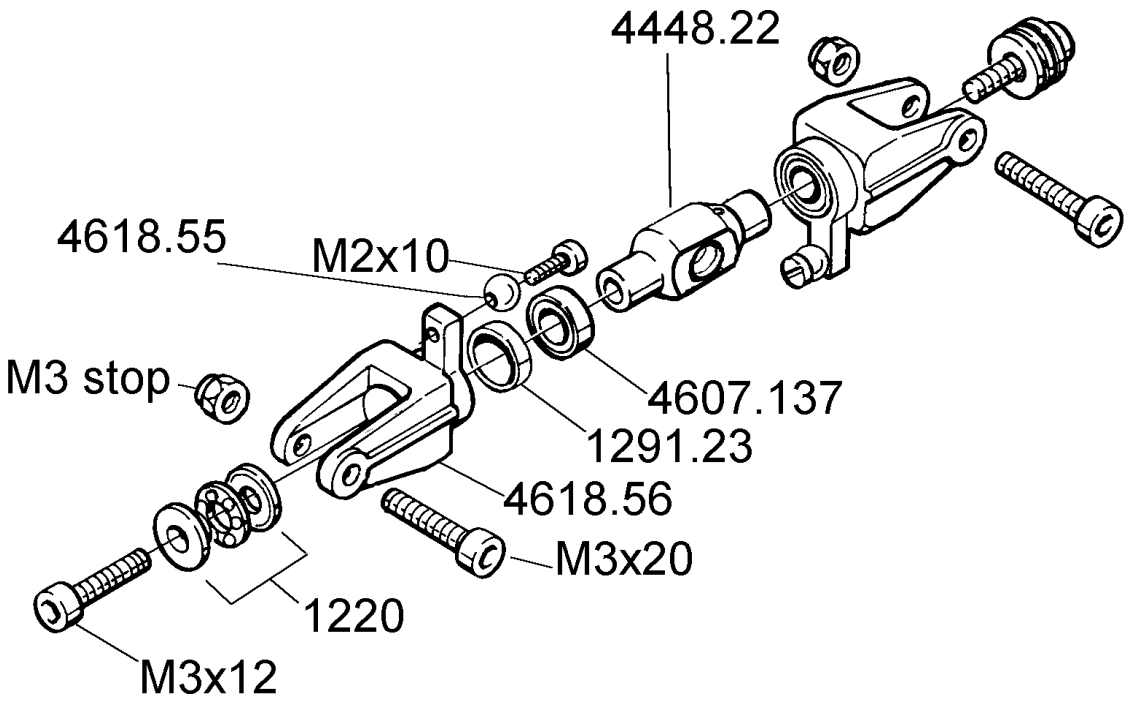


Munir le pont de commande des deux chapes à rotule 4518.55, le glisser sur le manchon contre l'anneau intérieur de l'autre roulement à billes. Placer la rondelle éventail 1291.26 sur le manchon et contre le pont de commande.
Vérifier maintenant si la bague peut tourner librement sur le pont de commande d'une part, mais qu'il n 'existe d'autre part aucun jeu axial. Si la bague se déplace difficilement, c'est que les deux paliers ont probablement été contraints l'un contre l'autre, ce qui pourra être rectifié par quelques petits coups de manche de tournevis.
Placer le pont de commande sur l'arbre du rotor de queue, puis connecter le palonnier de renvoi sur la rotule de la bague de commande et serrer la vis M2x16 de façon à ce le palonnier et le pont puissent se mouvoir librement, mais sans jeu.



6. Montage de la tête du rotor de queue *(Sachet UM-11C)*

Monter la tête du rotor de queue conformément à l'illustration et graisser tous les paliers.

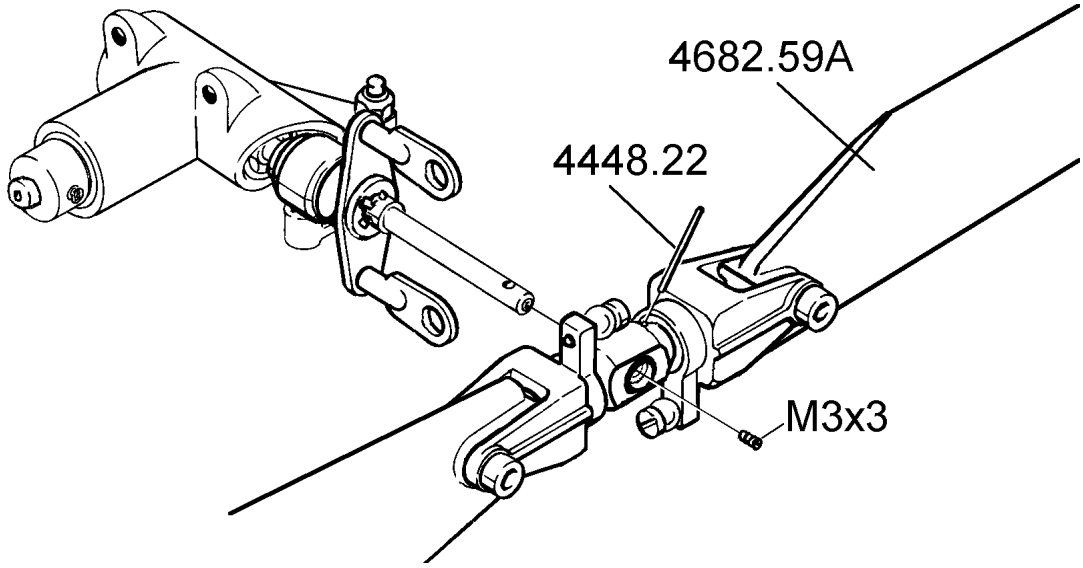


Insérer les deux joints torique dans les gorges du moyeu 4448.22. Huiler les joints torique, placer la tête sur l'arbre du rotor de queue de façon à ce que le perçage transversal de l'arbre corresponde avec celui du moyeu et la fixer avec la cheville 4448.22 bloquée avec la vis pointeau M3x3.

Veiller pour cela à l'alignement du moyeu (Voir l'illustration).

Fixer les pales dans les porte-pales du rotor de queue avec les deux vis M3x20; serrer ces vis de façon à ce que les pales puissent encore pivoter pour s'aligner correctement en rotation.

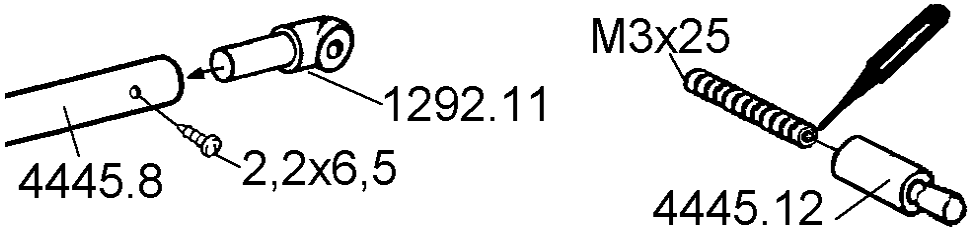
Alignement des pales du rotor de queue: Noter que le rotor de queue tourne dans le sens horaire, vu du côté gauche, le bras de réglage du porte-pale passant avant la pale.



7. Poutre arrière *(Sachet SR-0)*

7.1 Assemblage des haubans de la poutre arrière *(Sachet SR-1)*

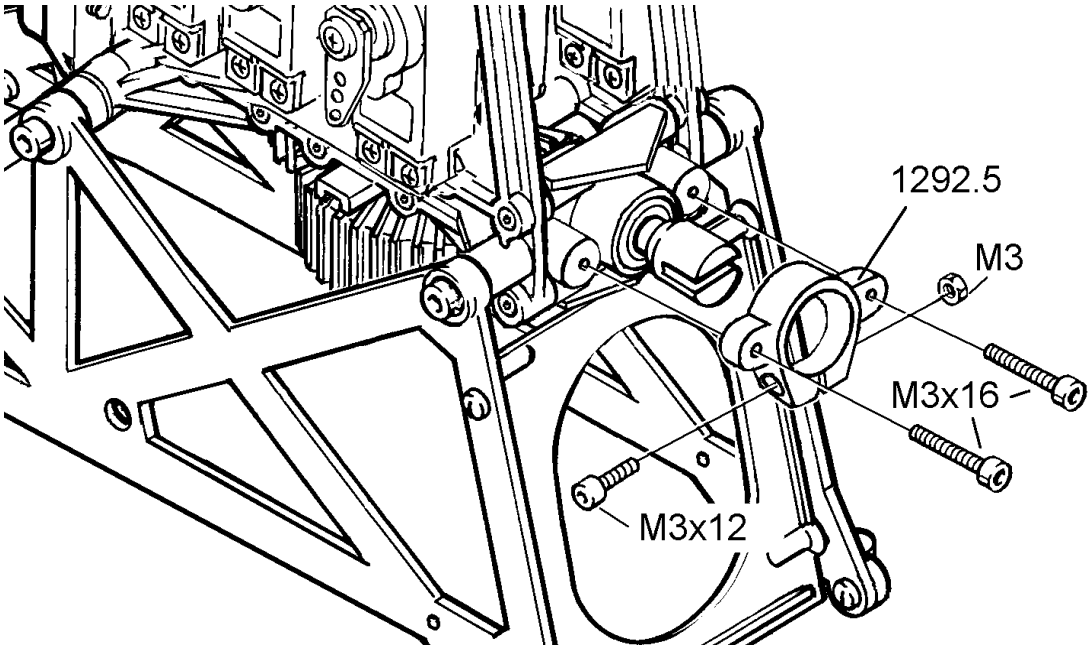
Insérer une attache 1292.11 jusqu'en butée dans chaque extrémité des haubans en aluminium 4445.8 et les aligner parallèlement entre-elles. Percer un trou de ϕ 1,5mm au travers des haubans et des attaches et fixer celles-ci avec une vis parker, 2x6,5.



Visser une cheville filetée M3x25 jusqu'en butée dans les deux boulons de fixation de cabine 4445.12 en appliquant de la colle pour palier et laisser sécher.

7.2 Préparation de la mécanique pour le montage de la poutre arrière

Fixer la bride de raccordement 1292.5 avec deux vis BTR M3x16 sur le porte-palier 4448.14 de la mécanique. Introduire une vis BTR M3x12 avec un écrou M3 dans le serrage de la bride et la bloquer provisoirement, puis la desserrer de façon à ce que la poutre arrière puisse être introduite ultérieurement dans la bride.



7.3 Préparation de la poutre arrière *(Sachet SR-2)*

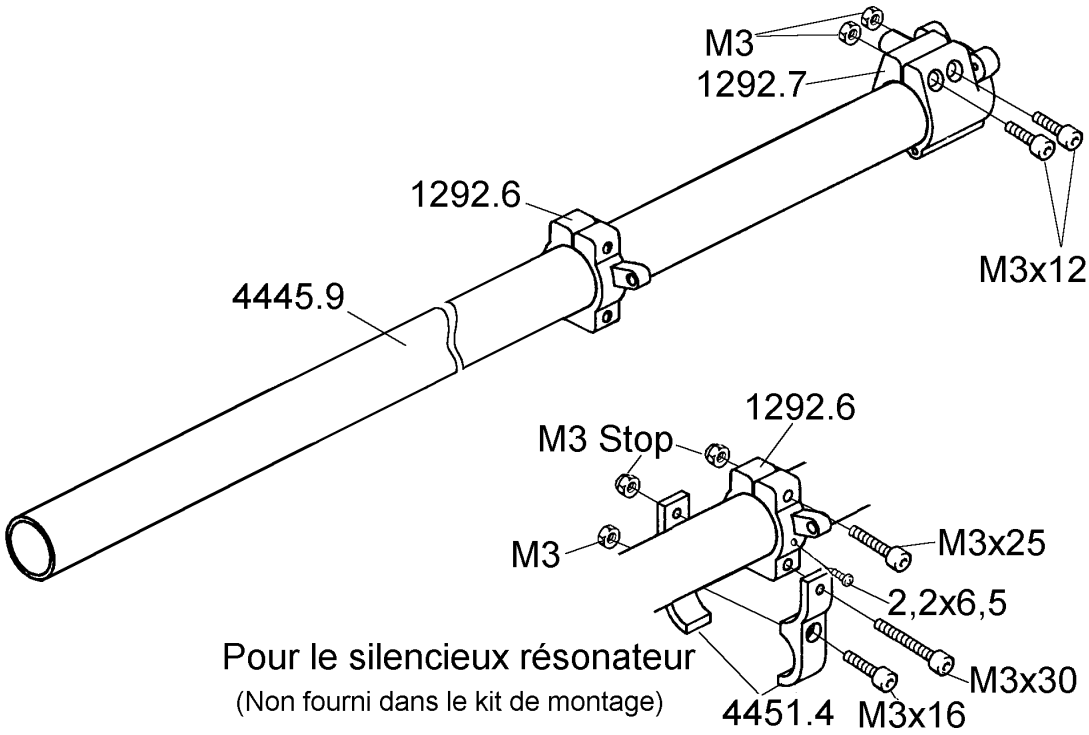
La poutre arrière forme une courbure ***sur sa partie avant*** de sorte qu'elle se relève vers l'arrière. En plus de d'une augmentation de la garde au sol du rotor de queue , cette courbure assure une rotation en large arc de cercle à l'arbre de transmission qui l'empêche ainsi de débattre.

Les deux paliers 1292.10A de l'arbre de transmission seront introduits dans la poutre arrière 4445.9, par ex. avec un tourillon de hêtre, de façon à ce que le palier avant vienne à une distance de 200mm de son extrémité avant et le palier arrière à une distance de 300mm de son extrémité arrière ; la face cônique de chaque palier devant être orientée vers l'avant. Introduire ensuite par l'avant dans la poutre la bague de guidage 4451.7 avec son ouverture de forme cônique orientée vers l'arrière, sur une profondeur exacte de 27mm ; grâce à cette bague, la partie fourchue de l'accouplement sera exactement guidée ultérieurement.

Préparer maintenant l'accouplement d'arbre avant : L'accouplement doit pouvoir être impeccablement introduit dans la poutre ultérieurement, sans pouvoir l'observer ni s'aider d'un outil quelconque. Pour cela, il faudra s'assurer que la noix en laiton 4618.58 s'engage facilement sur la fourche 4618.57 de l'accouplement. Si nécessaire, la fourche devra être légèrement ébavurée et rectifiée avec du papier abrasif fin. Introduire la partie coudée de l'arbre de transmission du rotor de queue 4451 entièrement dans la noix d'accouplement. Munir ensuite la bague d'arrêt 56.0 de ses vis pointeau et la glisser sur l'arbre de transmission, derrière la noix. Glisser l'arbre de transmission jusqu'en butée dans la fourche de l'accouplement, puis pareillement la noix sur la fourche. Bloquer maintenant la bague d'arrêt sur l'arbre à environ 1mm derrière la noix.

7.4 Finition de la poutre arrière

Monter la bride de fixation du rotor de queue 1292.7 sur l'extrémité arrière de la poutre, puis glisser sur celle-ci par l'avant la bride d'attache 1292.6 conformément à l'illustration; veiller ici à ce que la fente de serrage soit orientée vers le haut et que le guide de la tringlerie de commande se trouve sur le côté gauche.



Dans le cas où un silencieux résonateur sera utilisé, un support supplémentaire pour celui-ci devra être monté sur la poutre arrière, devant la bride d'attache, comme représenté sur l'illustration; les pièces nécessaires ne sont pas fournies dans le kit de montage et devront être acquises séparément.

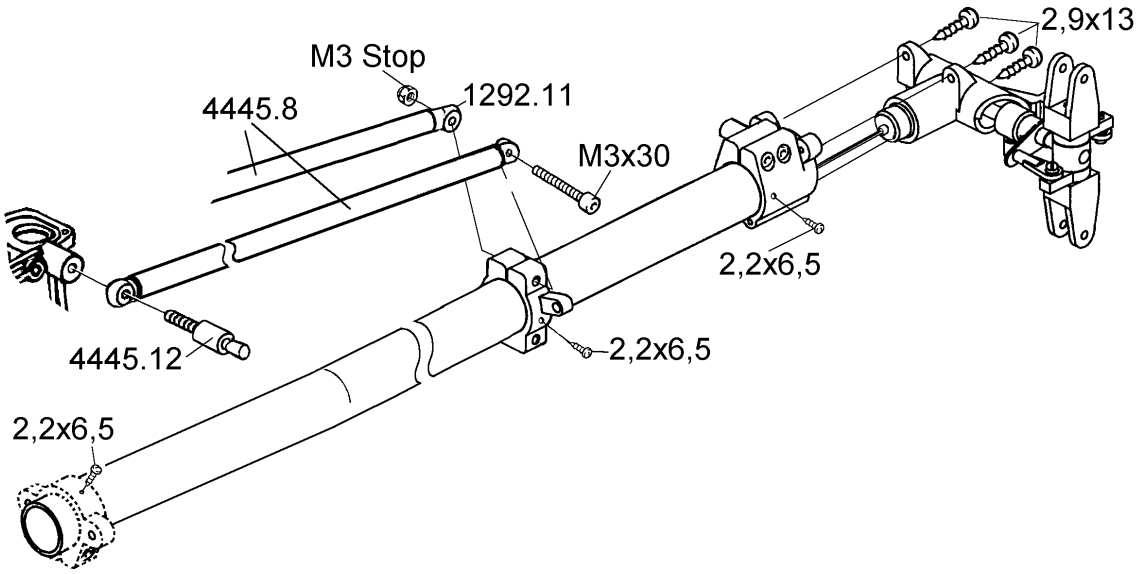
7.5 Contrôle de la longueur de l'arbre de transmission du rotor de queue

L'arbre de transmission du rotor de queue sera retiré de la mécanique, légèrement huilé et introduit en le tournant au travers des paliers dans la poutre arrière jusqu'à ce que son extrémité arrière dépasse suffisamment de la poutre pour pouvoir être introduite dans l'accouplement du rotor de queue. Pousser l'arbre jusqu'en butée, puis le tirer en arrière sur 1mm et le fixer dans cette position avec les vis pointeau de l'accouplement (En fonctionnement, l'arbre de transmission doit avoir un jeu d'environ 1mm dans la fourche de l'accouplement avant , ce qui doit être obtenu lorsque l'arbre sera ultérieurement poussé jusqu'en butée dans l'accouplement). La poutre arrière sera alors provisoirement mise en place dans la bride de raccordement 1292.5 ; pour cela, l'introduire entièrement dans le porte-palier 4448.14 et la fixer par la bride. Introduire le rotor de queue par l'arrière dans la poutre et en tournant l'arbre de celui-ci, s'assurer que l'arbre de transmission s'engage à l'avant dans l'accouplement rapide du réducteur principal. Le rotor de queue doit pouvoir être suffisamment introduit dans la poutre de façon à ce qu'il soit maintenu par la bride sans que l'arbre de transmission bute à l'avant dans l'accouplement rapide. Si ce n'est pas le cas, l'arbre devra être raccourci en correspondance ; ou en

alternative, la bride de fixation du rotor de queue 1292.7 pourra être légèrement repoussée vers l'arrière. Retirer maintenant la poutre arrière de la mécanique.

7.6 Liaison de la poutre arrière avec la mécanique

Tirer le rotor de queue hors de la poutre arrière afin que l'accouplement de l'arbre de transmission soit accessible. Desserrer les vis pointeau de l'accouplement pour dégager l'arbre 4451.19 de celui-ci. Dégraisser alors soigneusement l'arbre, l'introduire jusqu'en butée dans l'accouplement et le fixer dans cette position avec les vis pointeau. Pour cela, retirer d'abord entièrement des vis pointeau de l'accouplement , appliquer du freine-filet liquide, Réf. N°952 ou de la colle pour palier, Réf. N°951, remonter les vis pointeau et bien les bloquer. Si possble, pratiquer un méplat sur l'arbre à l'endroit d'appui de l'une des vis pointeau pour renforcer la solidité de la liaison. Fixer le rotor de queue sur la bride 1292.7 avec trois vis parker 2,9x13. Appliquer un peu de graisse dans la noix de l'accouplement rapide et sur l'arbre de transmission.
Fixer les haubans préparés au paragraphe 7.1 sur les flancs gauche et droit de la mécanique avec les boulons 4445.12.



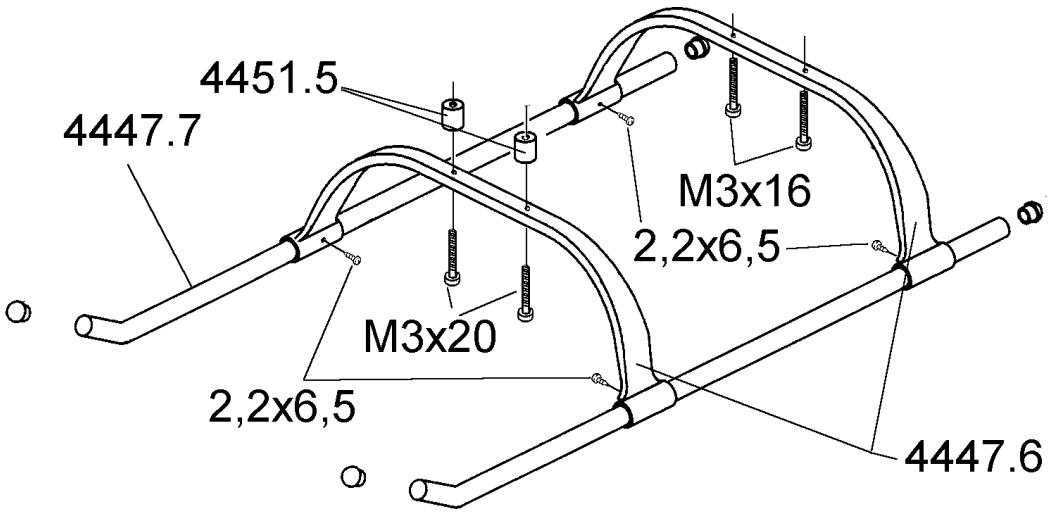
Introduire maintenant la poutre arrière complète jusqu'en butée dans la bride de raccordement 1292.5 ; veiller à ce que l'accouplement rapide s'engage correctement.
Tourner la poutre de façon à ce que sa courbure soit orientée vers le haut et en position exactement verticale ; tourner la bride de fixation du rotor de queue afin que son arbre vu de l'arrière forme un angle droit par rapport à celui du rotor principal. Fixer la poutre ainsi alignée dans la bride de raccordement avec une vis BTR M3x12 ; durant le blocage de cette vis, il est conseillé de maintenir en même temps la poutre arrière verticalement vers le haut.
Déplacer la bride 1292.6 de façon à ce que les haubans 4445.8 puissent être fixés dessus avec une vis BTR M3x30 et un écrou nylstop M3, comme représenté sur l'illustration.
Poser la mécanique à plat sur une table et déplacer la bride d'attache 1292.6 de façon à régler une hauteur d'environ 170mm entre le bord inférieur de la bride de fixation du rotor de queue 1292.7 et la table ; bien bloquer la bride d'attache dans cette position, puis la bride du rotor de queue 1292.7 et ensuite la bride de raccordement 1292.5. Percer un trou (ϕ 1,5mm) au travers des brides 1292.5 et 1292.6 et de la poutre arrière et y fileter une vis parker 2,2x6,5 pour les empêcher de tourner sur cette dernière.

7.7 Empennage *(Sachet SR-3)*

Fixer le plan fixe de dérive 1292.4 sur la bride de fixation du rotor de queue avec des vis parker 2,9x13. Fixer le plan fixe du stabilisateur avec le collier et le guide de tringlerie sur la poutre arrière avec des vis parker 2,9x19. Aligner le stabilisateur perpendiculairement à la dérive et régler une distance de 200mm entre le collier de fixation du stabilisateur et la bride du rotor de queue. Bloquer ensuite toutes les vis.

8. Montage du train d'atterrissage à patins *(Sachet SR-4)*

Introduire les patins 4447.7 au travers des étriers 4447.6 et en les déplaçant dans ces derniers régler un entre-axe des trous de fixation de 207mm.



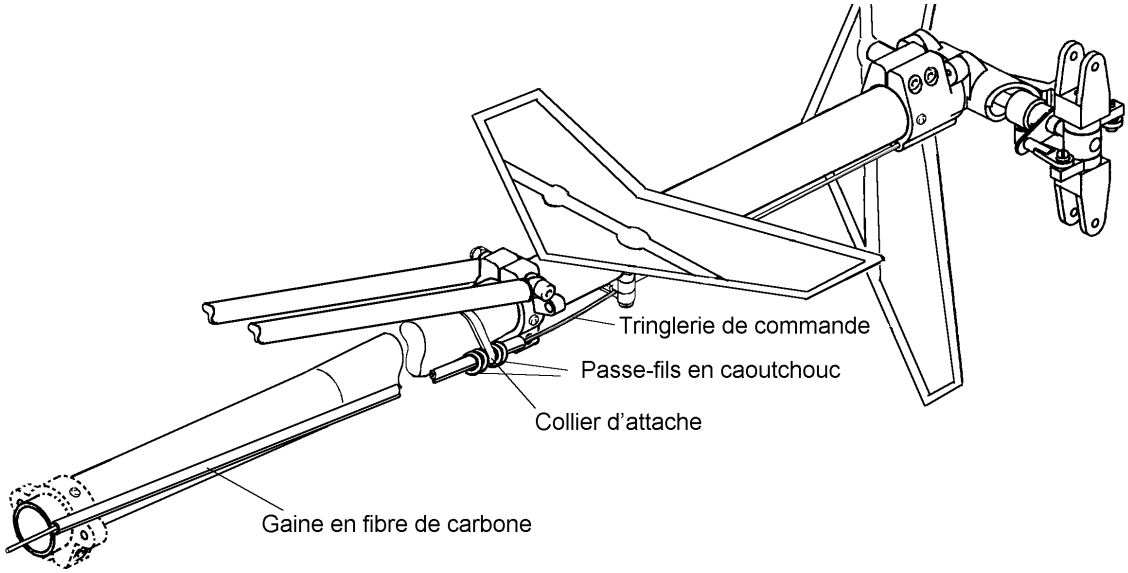
Le train d'atterrissage pourra alors être fixé avec deux vis BTR M3x16 à l'arrière et deux vis BTR M3x20 à l'avant ; interposer sur chacune une bague d'écartement 4451.5. Aligner les patins parallèlement entre-eux de façon à ce qu'ils dépassent de l'étrier arrière sur environ 50mm. Les patins seront fixés dans les étriers par l'intérieur avec des vis parker 2,2x6,5 ; pour cela, percer d'abord des trous de 1,5mm au travers des étriers et des patins. Introduire dans leurs extrémités les bouchons de fermeture fixés avec une colle à deux composants.

9. Montage du silencieux

Un silencieux tel que par ex. Réf. N°1809.33 ou 1871.72 sera muni d'une prise de pressurisation et fixé sur le moteur avec les vis jointes. Ne pas utiliser de joint entre le moteur et le silencieux, mais appliquer simplement une fine couche de freine-filet sur les surfaces en contact. Avec l'utilisation d'un silencieux résonateur, comme par ex. la Réf. N°1783A, le coude d'échappement 2259 sera d'abord fixé sur le moteur et passé au travers de l'ouverture ronde dans la sous-structure de la mécanique ; ne pas utiliser ici non plus de joint entre le raccordement, mais appliquer une fine couche de freine-filet. Introduire alors le silencieux résonateur, muni d'une prise de pressurisation, au travers du couple arrière 4450.18 et le relier au coude d'échappement au moyen d'une durit en téflon et d'un collier métallique ; laisser une distance d'environ 5mm entre le coude et l'entrée du silencieux. Déplacer et tourner sur la poutre arrière la bride 1292.6 montée en supplément avec le support du silencieux de façon à ce que le tube de sortie de ce dernier puisse être fixé avec la vis M3x16 ; glisser préalablement un morceau de durit d'échappement en silicone sur le tube de sortie.
La prise de pressurisation de toutes les variantes de silencieux sera reliée à celle sur le dessus du réservoir par une longueur de durit silicone.

10. Commande du rotor de queue *(Sachet SR-5)*

Pour connecter la tringlerie de commande du rotor de queue 4451.3, démonter la vis de pivotement du palonnier de renvoi 4618.60 et l'introduire de l'arrière par son extrémité non coudée au travers du trou de guidage de la bride du rotor de queue et du collier de fixation du stabilisateur. Si la tringlerie force déjà dans la bride du rotor de queue, repercer le trou de guidage avec un foret de ϕ 2 à ,5mm. Après avoir connecté la tringlerie de commande sur le trou extérieur du palonnier de renvoi, remonter la vis de pivotement de celui-ci.
Introduire sur l'arrière de la gaine de guidage en fibre de carbone deux passe-fils en caoutchouc sur environ 20mm en les espaçant entre-eux d'environ 3mm. Introduire la gaine par l'avant sur la tringlerie jusqu'au niveau de la bride 1292.6 et la fixer dans cette position avec un collier d'attache (entre les passe-fils en caoutchouc et autour de la poutre arrière).

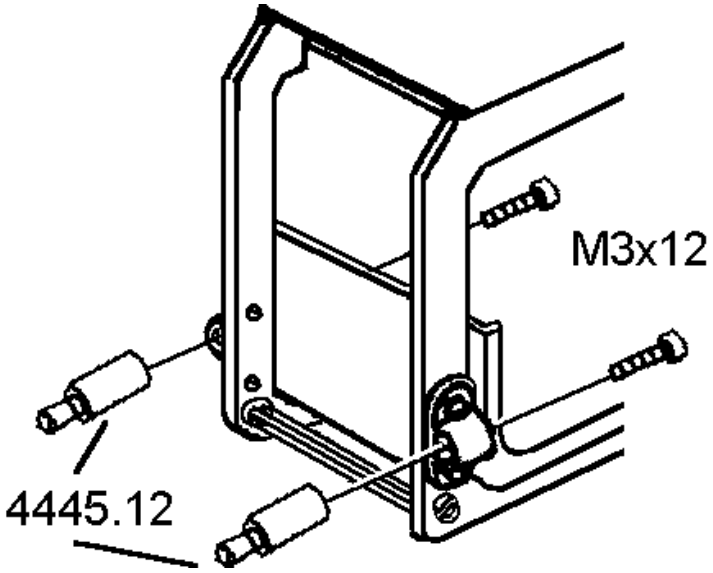


L'extrémité avant de la gaine de guidage ne devra pas être plaquée contre la poutre arrière, mais rester libre sur la tringlerie ; en outre, elle ne devra pas être raccourcie plus que nécessaire pour arriver au plus près possible du servo.
La connexion de la tringlerie sur le servo du rotor de queue sera constituée d'une douille filetée soudée avec une chape vissée. La tringerie devra être raccourcie avant de souder la douille filetée de façon à ce que sur la position milieu du Pas, le palonnier du servo du rotor de queue soit orienté perpendiculairement vers le bas et que le palonnier de renvoi soit perpendiculaire à la poutre arrière.
En alternative, on pourra aussi contre-couder l'extrémité avant de la tringlerie avec les pinces spéciales (Réf. N°5732), cependant l'emplacement du contre-coudage devra être préalablement très exactement déterminé, car avec ce montage il n'y aura plus aucune possibilité de réglage ultérieur. Cette alternative est en outre réservée au modéliste expérimenté ; son avantage est que la gaine de guidage pourra arriver au plus près du servo, car l'espace à interposer pour la douille filetée avec la chape n'est plus nécessaire.

11. Cabine *(Sachet SR-6)*

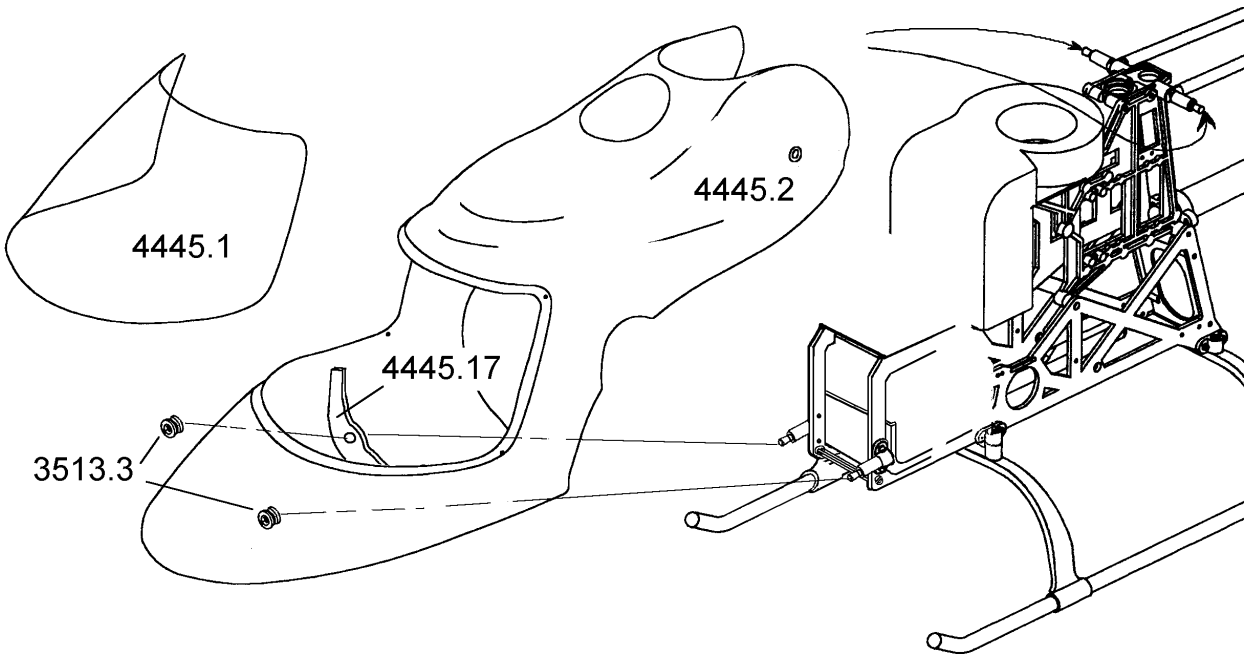
11.1 Montage des supports avant de la cabine

Monter les boulons de fixation avant de la cabine chacun avec une vis BTR M3x12 filetées par l'arrière dans les deux colliers à l'avant de la sous-structure.



11.2 Montage de la cabine

Insérer deux passe-fils en caoutchouc 3515.3 dans les perçages correspondants du couple 4445.17 et les fixer le cas échéant avec une goutte de colle-seconde. Placer le couple avec sa courbure vers la bas sur les deux boulons montés à l'avant de la mécanique de façon à ce que ces derniers s'engagent totalement dans les passe-fils en caoutchouc.
Insérer deux autres passe-fils en caoutchouc dans les perçages (ϕ 7mm) déjà pratiqués dans la cabine. Placer la cabine sur l'avant de la mécanique ; elle sera alors maintenue par les deux boulons supérieurs latéraux qui s'engageront dans ces passe-fils.
Soulever l'avant de la cabine de façon à ce que le couple inséré sur le bas de la mécanique s'engage dans celle-ci. Découper une ouverture au niveau du coude d'échappement dans la paroi gauche de la cabine, suffisamment grande pour maintenir un écart d'au moins 5mm entre la paroi et l'ensemble de l'échappement, puis coller le couple avec la cabine dans cette position (Stabilit express). Après le durcissement du collage, la cabine pourra être facilement démontée en la dégageant d'abord de chaque côté des deux boulons de fixation arrière et en la tirant ensuite vers l'avant ; elle sera de même facilement remontée en procédant dans l'ordre inverse.

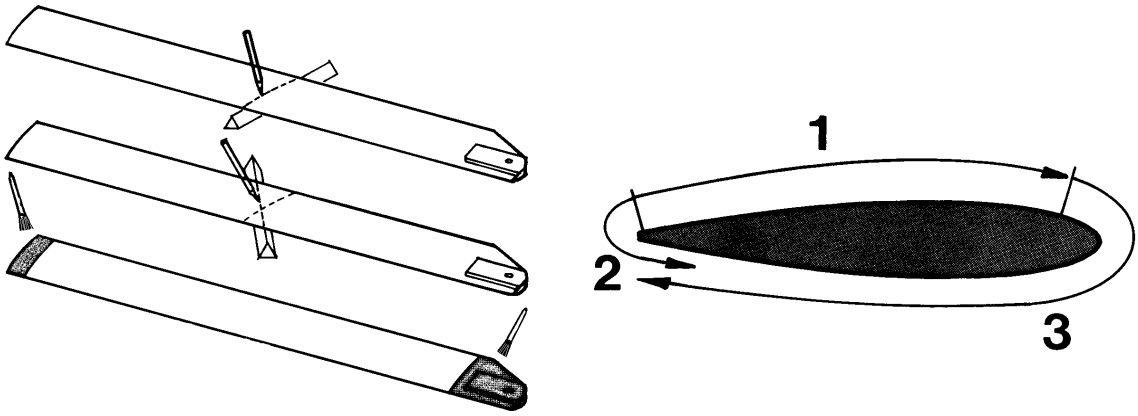


La verrière de cabine transparente 4445.1 sera d'abord maintenue en place avec du ruban adhésif, puis fixée ensuite avec quatre vis parker 2,2x6,5 ou soigneusement collée avec de la colle-seconde ou de la Stabilit express.

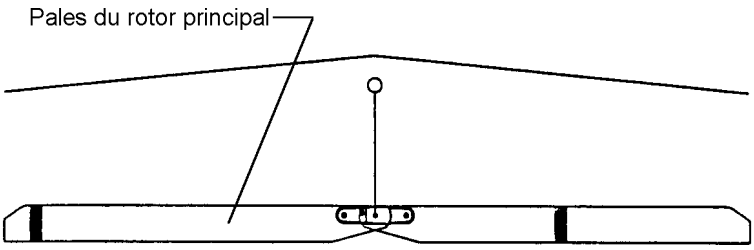
Le fil d'antenne de réception sera disposé le long de la mécanique jusque derrière l'étrier de patin avant afin qu'il ne gêne pas le démontage de la cabine. Introduire la gaine d'antenne en plastique au travers des deux œillets à l'intérieur des étriers de patin et insérer sur ses extrémités un petit morceau de durit à carburant pour l'empêcher de glisser. Le fil d'antenne sera disposé le long de l'étrier de patin, introduit à l'avant dans la gaine en plastique et laissé pendre librement à l'arrière de celle-ci.

12. Pales du rotor principal

Les bagues 4607.164 seront collées dans le perçage des pales du rotor avec une colle à deux composants, si cela n'a pas déjà été fait en fabrication.
Polir ensuite l'ensemble des pales avec du papier abrasif fin, Réf. N°700.1 ou 700.2.
Pour un équilibrage idéal, ce n'est pas seulement le poids mais aussi l'emplacement du centre de gravité qui doit être égal pour les deux pales. Ceci peut être vérifié en plaçant chaque pale en équilibre sur un triangle, comme représenté sur le dessin. Marquer chaque emplacement ; le point d'intersection des deux lignes correspond au centre de gravité.
Mais dans la pratique, un équilibrage idéal est rarement obtenu sauf dans les fabrications plus onéreuses, les pales peuvent présenter des différences de poids et de centrage et leur équilibrage sera décrit dans leur paragraphe suivant.
Enduire le pied des pales (sur une largeur d'environ 70mm) et leur extrémité (sur une largeur d'environ 20mm) de SPANNFIX IMMUN, Réf. N°1408 et les peindre. Le recouvrement en film plastique des pales sera posé comme représenté sur le dessin ; d'abord sur le dessus, ensuite sur le bord arrière, puis sur le dessous. Le film devra être posé sans former de plis!



12.1 Equilibrage des pales du rotor



Visser ensemble les pales comme représenté et les suspendre par un fil.
Pour l'équilibrage, coller de la bande adhésive sur l'extrémité de la pale la plus légère.
Effectuer l'équilibrage avec soin pour obtenir une rotation du rotor sans vibrations!

13. Travaux de réglage

13.1 Réglage de la commande cyclique

Le réglage de base des commandes Roll et Nick doit déjà être correct si les tringleries ont été montées conformément aux instructions. Comme le point de connexion des tringleries sur le palonnier des servos a été indiqué, le réglage de la course des servos sera effectué ultérieurement par les options de réglage électronique dans l'émetteur. Veiller à ce que la course ne soit pas réglée trop grande afin que le plateau cyclique ne bute pas sur l'arbre du rotor principal sur les fins de course du manche de commande des fonctions Roll et Nick et que la commande du Pas ne puisse plus se déplacer librement axialement.

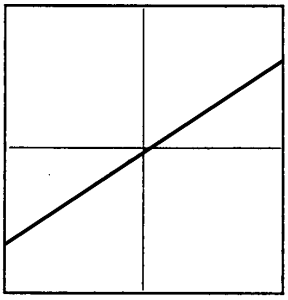
13.2 Réglage du Pas du rotor principal

La valeur de réglage du Pas sera mesurée avec un calibreur de pales (Accessoire spécial, non fourni dans le kit de montage). Le tableau ci-dessous indique des valeurs de départ ; les valeurs réellement nécessaires dépendront des pales de rotor utilisée et du modèle.

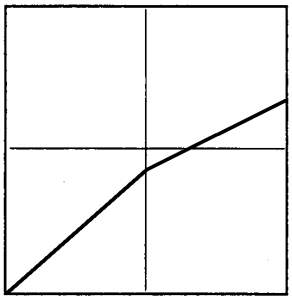
	Minimum	Vol stationnaire	Maximum
Vol stationnaire et entrainement	-2°	5,5°...6°	12°
Voltige	-4°	5°... 5,5°	8°... 9°
Autorotation	-4°	5,5°	13°

Les réglages du Pas seront effectués de préférence dans l'émetteur, comme suit:

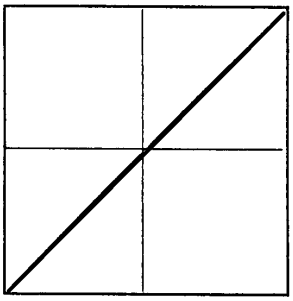
1. Mesurer le Pas pour le vol stationnaire et le régler correctement
2. 2. Mesurer les Pas maximum et Minimum et les régler par le réglage de la courbe de Pas dans l'émetteur, conformément aux diagrammes suivants :



Vol stationnaire et entrainement (Linéaire)



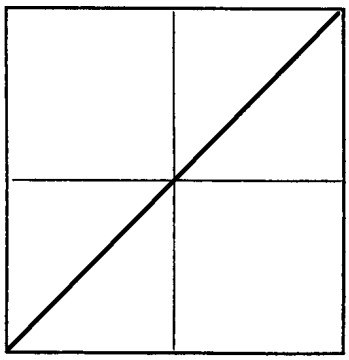
Voltige



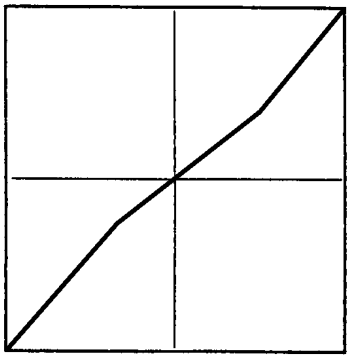
Autorotation

13.3 Réglage de la commande du carburateur

Les diagrammes ci-dessous indiquent les courbes de gaz possibles:



Linéaire

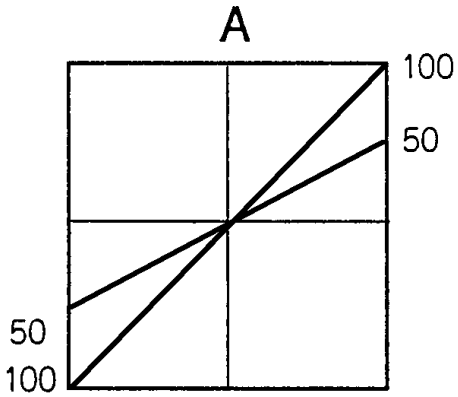


Optimisée pour le vol stationnaire

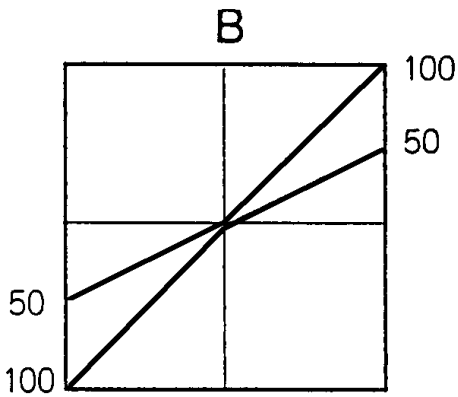
- La courbe de gaz optimisée pour le vol stationnaire donne des réactions aux commandes « molles « dans la plage du vol stationnaire.
- Les valeurs indiquées ci-dessus dépendent fortement du moteur utilisé, du carburant, du silencieux, etc… et devront être adaptées par des essais pratiques.

Lorsque toutes les liaisons de tringlerie ont été établies conformément aux paragraphes précédents, les réglages suivants pourront être effectués dans l'émetteur:

1. **Sens de la course des servos**
   Régler le sens de la course de tous les servos conformément aux indications données dans les instructions. Apporter une attention particulière pour le réglage du servo de gaz!
2. **Dual-Rate**
   Des amplitudes de course commutables pourront être réglées pour les commandes Nick, Roll et du rotor de queue.
3. **Fonction exponentielle**
   Laisser le réglage de base sur la courbe de commande linéaire.
4. **Réglage du neutre de la course des servos**
   N'effectuer aucun réglage pour le moment ; de petites corrections pourront être effectuées ultérieurement.
5. **Réglage de la course des servos**
   La course maximale des servos pourra être réglée en veillant toutefois à ce que la même valeur de réglage soit établie dans les deux sens ; autrement, il se produira une différence de débattement indésirable:



Même valeur de réglage :
Fonction de commande linéaire



Valeurs de réglage différentes :
Fonction de commande différenciée

Pour le servo de commande des gaz et du plateau cyclique (Fonction du Pas), il faudra veiller à ce que la course soit réglée symétriquement sur les mêmes valeurs dans les deux sens afin qu'il puisse commander la course totale du carburateur de la position entièrement fermée (Moteur coupé) jusqu'à la position plein gaz, sans qu'il soit bloqué mécaniquement. La fonction du Pas du servo du plateau cyclique doit commander une plage de réglage de l'incidence des pales de –5° à +13°, de même avec des débattements symétriques; le cas échéant, le palonnier du servo sera démonté, puis remonté en le déplaçant d'une canelure sur l'axe de sortie.

Avec les réglages de base maintenant effectués, la position milieu du manche de commande Gaz/Pas (Point du vol stationnaire) donne une valeur de Pas d'environ 5,5°, avec le carburateur à demi ouvert.

Note:
Les courbes de Pas et de gaz seront réglées ultérieurement en correspondance des exigences pratiques. Cependant, lorsque des débattements différenciés ont été déjà été réglés dans le réglage de base, comme indiqué sur la figure B ci-dessus, ils compliquent ces synchronisations ultérieures !

6. **Courbes de Pas et de gaz**
   Ces réglages sont d'une importance capitale pour les performances de vol d'un hélicoptère. Le but de cette synchronisation est qu'aussi bien en vol ascendant qu'en vol descendant, le régime du rotor reste constant, indépendamment de la charge. Ceci assure une base stable pour les autres synchronisations, comme par ex. la compensation du couple, etc…
7. **Compensation statique du couple**
   Pour compenser les variations du couple avec l'actionnement de la commande du Pas, le servo du rotor de queue est couplé avec la fonction du Pas par un mixeur dans l'émetteur. La proportion de mixage pour le vol ascendant et descendant pourra être réglée séparément avec la plupart des émetteurs. Valeurs conseillées pour le réglage de base : Vol ascendant : 35%, vol descendant : 15%.

8. Réglage du gyroscope

Le gyroscope amorti les pivotements indésirables de l'hélicoptère sur son axe vertical (Axe de lacet) qu'il détecte lui-même et il intervient en correspondance sur la commande du rotor de queue. Pour cela, l'électronique du gyroscope est commutée entre le servo du rotor de queue et le récepteur ; la plupart des systèmes permettent en outre un réglage ou la commutation de deux valeurs de l'effet du gyroscope par une voie supplémentaire sur l'émetteur. Selon le système de gyroscope utilisé, cette voie sera commandée par un organe proportionnel (Curseur linéaire ou bouton de réglage), ou par un commutateur.

Pour les gyroscopes comprenant un boitier de réglage avec deux potentiomètres pour deux réglages fixes, entre lesquels l'émetteur permettra de commuter, le réglage de base sera effectué en plaçant l'un des potentiomètre sur la position milieu (50%) et l'autre sur 25%.

Avec les systèmes de gyroscope permettant de passer progressivement entre les deux valeurs réglées avec un organe de commande proportionnel, l'un des réglages sera placé sur « 0 » et l'autre sur environ 80%.
Avec les systèmes de gyroscope dont l'effet ne pourra pas être influencé de l'émetteur et comprenant un unique réglage sur le boitier de l'électronique, ce réglage sera d'abord placé sur 50% d'effet.

Veiller à ce que le sens de l'effet du gyroscope soit correct ; sur un pivotement dans un sens de la poutre arrière, il doit réagir par un débattement de la commande du rotor de queue dans le sens opposé. Si ce n'est pas le cas, chaque pivotement du modèle sera encore amplifié par le gyroscope ! La plupart des systèmes de gyroscope comprennent un commutateur inverseur pour régler le sens de l'effet et qui devra être placé sur la position correspondante. Certains systèmes qui ne possèdent pas ce genre de commutateur devront être montés en position inversée.
Avec tous les systèmes de gyroscope, le réglage optimal devra être effectué en vol, car diffrents facteurs interviennent dans cette condition.
Le but du réglage est d'obtenir la plus grande stabilisation possible par le gyroscope sans que le modèle entre en oscillations (Balancements de la poutre arrière) par un réglage trop fort de l'effet.

Conseils particuliers pour l'utilisation des systèmes de gyroscope Graupner/JR « PIEZO 900…5000 » en liaison avec un ensemble R/C à micro-ordinateur (Par ex. mc-12 à mc-24)

La conception de ces systèmes de gyroscope fait qu'ils sont très différents de ceux précédemment décrits et qu'il doivent être installés en procédant exactement comme suit:

1. Régler la course sur la voie du servo du rotor de queue dans l'émetteur sur +/- 100%.
2. Désactiver absolument un mixeur de gyroscope (« Gyro-Control ») éventuellement existant qui réduit l'effet du gyroscope en actionnant la commande du rotor de queue.
3. Déconnecter la tringlerie du servo du rotor de queue.
4. Actionner la commande du rotor de queue sur l'émetteur: aux environs des 2/3 de la course de commande, le servo doit rester immobilisé sur chaque sens, même lorsque le manche est déplacé plus loin (Limitation de course).
5. Connecter la tringlerie de commande sur le servo de façon à ce que les fins de course mécaniques du rotor de queue correspondent avec la limitation de course (Le servo ne devra pas être bloqué par les fins de course mécaniques).
   Effectuer ces réglages uniquement mécaniquement, par le déplacement du point de connexion et la modification de la longueur de la tringlerie, et non électroniquement avec les options de réglage dans l'émetteur ! ! !
6. Accorder maintenant le cas échéant la position du rotor de queue pour le vol stationnaire avec la position milieu du manche de commande du Pas avec le réglage du neutre dans l'émetteur.
7. L'effet du gyroscope sera réglé exclusivement par un organe de commande proportionnel sur une voie supplémentaire entre « 0 » et l'effet maximal; en cas de besoin, l'effet maximal pourra être réduit par le réglage de course sur la voie supplémentaire, ou par le réglage des organes de commande avec l'émetteur mc22 ou mc-24, pour obtenir une fine plage de réglages pour l'effet du gyroscope.
8. Si la commande du rotor que queue doit être réglée « molle », effectuer exclusivement ce réglage par la fonction de commande exponentielle, mais ne réduire à nouveau en aucun cas la course du servo (+/- 100%) !

14. Contrôle final avant le premier vol

Lorsque l'assemblage du modèle est terminé, les vérifications suivantes devront être effectuées avant le premier vol:

- Parcourir ce manuel encore une fois pour s'assurer que tous les stades de montage ont été correctement exécutés.
- S'assurer que toutes les vis dans les connexions à rotule et dans les paliers ont été définitivement bloquées après le réglage de l'engrènement du réducteur.
- Tous les servos peuvent-ils se mouvoir librement, sans blocage mécanique ? Les sens de course correspondent-ils ? Les vis de fixation des palonniers de servo sont-elles bien bloquées ?
- Vérifier le sens de l'effet du gyroscope.
- S'assurer que les batteries d'émission et de réception sont bien chargées. Pour contrôler la tension de l'accu de réception, l'utilisation d'un module surveilleur de tension (Par ex. Réf. N°3138) est conseillée.

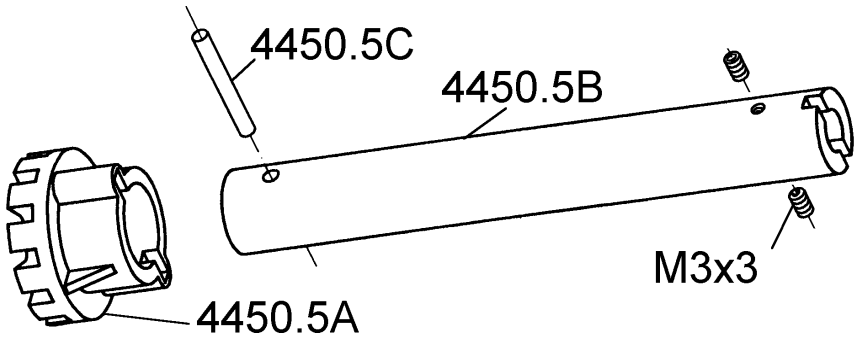
Ce n'est qu'après avoir effectué toutes ces vérifications que le moteur pourra être démarré et que le premier décollage pourra être tenté..
Noter que le comportement du moteur dépend dans une grande mesure du carburant utilisé, de la bougie, de l'altitude au-dessus du niveau de la mer et des conditions climatiques.
Observer également les instructions jointes au moteur pour son réglage.

Entretien

Qu'il soit grandeur réelle ou modèle réduit, un hélicoptère exige un entretien permanent. Supprimer les vibrations qui se produisent le plus rapidement possible, ou les atténuer ! Les pièces en rotation, la boulonnerie importante, les tringleries et les points de connexion sont à vérifier avant chaque vol. Lorsque des réparations seront nécessaires, utiliser uniquement des pièces d'origine. Ne tenter en aucun cas de réparer des pales de rotor détériorées, mais les remplacer par des neuves.

Montage de l'adaptateur de starter

L'adaptateur de starter livré avec la mécanique est composé de trois pièces à assembler conformément à l'illustration : introduire d'abord la cheville 4450.5C au travers du perçage du prolongateur 4450.5B, puis glisser dessus l'adaptateur en plastique 4450.5A de façon à ce que la cheville s'engage dans la rainure qu'il porte.
Pour fixer l'adaptateur sur le starter électrique, démonter d'abord sur ce dernier le support de la garniture en caoutchouc. Introduire l'adaptateur sur l'arbre du starter de façon à ce que la cheville de l'arbre s'engage dans la rainure de l'adaptateur et le fixer avec les deux vis pointeau M3x3.
S'assurer que l'adaptateur tourne « rond » , sans oscillations!



Pour démarrer le moteur, tourner la tête du rotor de façon à ce que l'adaptateur puisse être introduit verticalement dans la turbine de refroidissement et observer les points suivants:

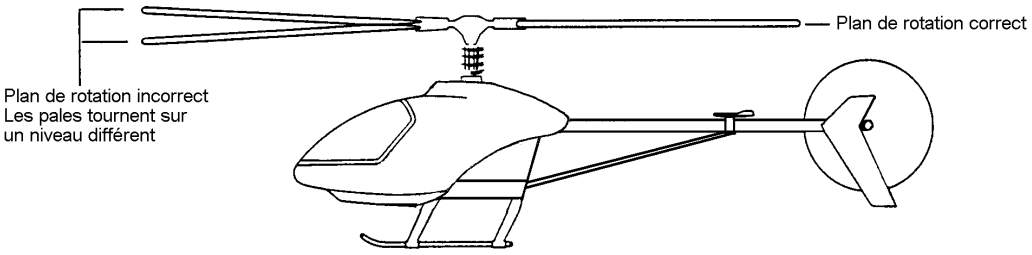
- **Mettre en contact le starter électrique qu'après s'être assuré que les dentures de la turbine de refroidissement et de l'adaptateur sont correctement engagées l'une dans l'autre.**
- **Couper le contact du starter avant de le dégager (après le démarrage du moteur).**

15. Réglages au cours du premier vol

15.1 Réglage du plan de rotation

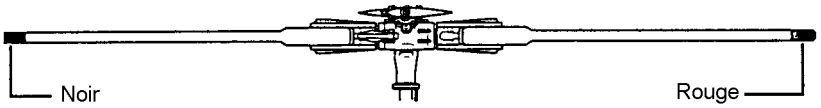
Ce réglage consiste à régler l'angle d'incidence des pales du rotor précisément sur la même valeur afin qu'elles tournent exactement sur le même niveau.

Un plan de rotation incorrectement réglé avec les pales tournant sur un niveau différent à pour effet de provoquer de forte vibrations au modèle en vol.

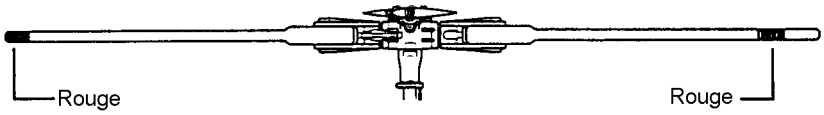


Pour le réglage du plan de rotation, se tenir à une distance de sécurité d'au moins 5 mètres du modèle!

Pour effectuer le réglage, il faut déterminer quelle pale tourne le plus haut et quelle pale tourne le plus bas. Pour cela, les pales seront repérées avec du ruban adhésif de couleur:



A



B

Il y a deux possibilités pour cela; la Fig. A montre l'utilisation de couleurs différentes sur les deux pales, la Fig. B montre l'utilisation de la même couleur, mais les bandes adhésives sont placées à une distance différente de l'extrémité de la pale..

Façon de procéder pour le réglage du plan de rotation:

1. Lorsque l'hélicoptère est juste prêt à décoller, observer le plan de rotation du rotor exactement latéralement.

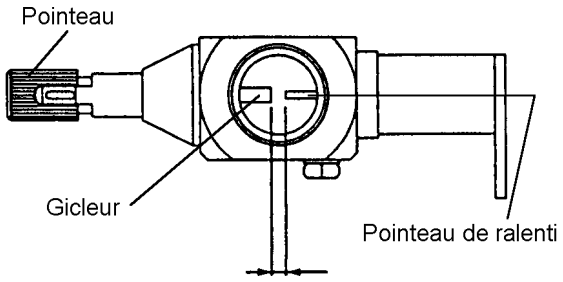
2. Lorsque les pales tournent sur le même niveau, aucun réglage n'est nécessaire, mais lorsqu'une pale tourne plus haut que l'autre, le réglage devra être corrigé.

3. Le réglage s'effectue en tournant la chape à rotule sur les deux extrémités de la tringlerie entre le plateau cyclique et le levier de mixage : dévisser les chapes pour faire tourner la pale plus haut, ou les visser pour la faire tourner plus bas.

15.2 Moteur – Conseils de réglage

Pour le réglage du moteur, se référer avant tout aux instructions fournies avec celui-ci !

La synchronisation correcte du Pas et des gaz en vol stationnaire est d'une importance capitale pour le comportement en vol et les performances du modèle. Une incidence trop forte des pales du rotor, par ex. fait que le moteur n'atteint pas le régime prévu, il peine et s'échauffe en plus fortement en perdant ainsi de la puissance. C'est pourquoi la valeur du Pas pour le vol stationnaire devra d'abord être exactement réglée, comme précédemment décrit, pour adapter ensuite le réglage du moteur.
Bien que le carburateur du moteur soit pré-réglé à la livraison, le réglage correct des pointeaux ne pourra être effectué que par des essais en vol. Avec la plupart des carburateurs à deux pointeaux utilisés, le réglage de départ s'obtient en fermant le pointeau de ralenti jusqu'à ce qu'il plonge juste dans le gicleur en face, avec le carburateur à demi ouvert (Voir l'illustration).



Exemple d'un carburateur typique à deux pointeaux

Pour le premier démarrage, ouvrir le pointeau sur 1 ½ à 2 tours, relier la bougie à la batterie de démarrage et démarrer le moteur en introduisant l'adaptateur du starter électrique dans la denture de la turbine de refroidissement et contacter le starter.

Attention ! Dès que le moteur démarre, dégager immédiatement le starter électrique de la denture de la turbine, autrement le modèle pourrait être détérioré !

Lorsque le moteur tourne, augmenter lentement la commande Gaz/Pas. Si le modèle ne décolle pas par suite d'un réglage du pointeau trop « riche », refermer le pointeau par petits Pas. Utiliser le pointeau de ralenti pour le réglage du moteur en vol stationnaire qui sert aussi pour le réglage des régimes intermédiaires. Noter qu'avec le réglage qui vient d'être effectué, celui du pointeau principal sera aussi influencé. Rouvrir le pointeau de ralenti avec précaution par petits Pas, jusqu'à ce que le moteur tourne « rond » en vol stationnaire (sans ratés dûs à un mélange trop riche). Si le régime est ensuite trop faible, augmenter le réglage des gaz en stationnaire dans l'émetteur. Le pointeau du ralenti ne devra en aucun cas être réglé trop pauvre pour augmenter le régime en vol stationnaire. Le réglage définitif du pointeau pourra se faire seulement en vol sur « plein Pas », en modifiant d'abord le réglage lentement, par tâtonnements.

En cas de doute, régler toujours un peu trop « riche » et effectuer le premier vol stationnaire d'abord avec un réglage nettement riche.

16. Mesures de précaution générales

- Contracter une assurance.
- Selon possibilité, s'inscrire dans un club d'aéromodélisme, ou une école de pilotage.

Sur le terrain de vol:

- Ne survoler aucun spectateur avec le modèle.
- Ne pas faire voler le modèle à proximité d'habitations ou de véhicules.
- Ne pas survoler d'ouvriers agricoles dans les champs avec le modèle.
- Ne pas faire voler le modèle à proximité des lignes de chemin de fer, des routes à grande circulation ou des lignes électriques.

Avant et pendant le vol:

- Avant de mettre l'émetteur en contact, s'assurer que la même fréquence n'est pas déjà utilisée par un autre modéliste.
- Faire un essai de portée de l'installation R/C.
- Vérifier si las batteries d'émission et de réception sont entièrement chargées
- Avec le moteur en marche, veiller à ce qu'un vêtement ne reste pas accroché sur le manche de commande des gaz.
- Ne pas laisser le modèle s'éloigner hors de vue.
- Veiller à ce qu'il reste une réserve suffisante de carburant; le réservoir ne devra jamais être totalement vidé en vol.

Contrôle après chaque séance de vols

- Nettoyer entièrement le modèle pour éliminer les résidus d'huile et les salissures. En profiter pour vérifier le serrage de toutes les vis ; les rebloquer si nécessaire.
- Remplacer à temps les pièces usées ou détériorées.
- S'assurer que les éléments de l'installation R/C tels que l'accu de réception, le récepteur, le gyroscope, etc…sont encore solidement fixés (Les bandes élastiques vieillissent et deviennent cassantes !).
- Vérifier le fil d'antenne de réception ; une rupture intérieure du fil n'est pas toujours visible extérieurement !
- Après un contact avec le sol des pales du rotor principal en rotation, une rupture n'est pas souvent directement visible extérieurement !
- Ne pas transporter le modèle en le tenant par la poutre arrière ; une trop forte pression sur celle-ci peut facilement déformer la tringlerie de commande du rotor de queue !

17. Quelques principes de base sur le vol d'un hélicoptère

La désignation « Voilure tournante » signifie déjà que les surfaces portantes d'un hélicoptère tournent et qu'il peut se sustenter dans l'air sans qu'une vitesse de déplacement soit nécessaire et qu'il peut ainsi rester immobilisé sur place.

Réglage cyclique des pales du rotor
Le réglage cyclique des pales sert à orienter le vol sur les axes transversal (axe de roulis) et longitudinal (axe de tangage). Un autre réglage de pale est commandé sur chaque point de leur de rotation. L'inclinaison du plateau cyclique détermine la direction du vol.

Réglage collectif des pales (Pas) :
Il sert à la commande dans le sens de l'axe vertical (axe de lacet) pour la montée et le descente de l'hélicoptère. Le réglage des deux pales du rotor est modifié simultanément sur la même valeur.

Compensation du couple :
Le rotor en rotation engendre un couple qui à tendance à faire tourner l'hélicoptère dans le sens opposé. Ceci doit être exactement compensé par un réglage des pales du rotor de queue. Celui-ci commande en même temps la direction du vol sur l'axe vertical (axe de lacet).

Vol stationnaire :
C'est la condition de vol dans laquelle l'hélicoptère ne se déplace dans aucune direction et reste immobilisé sur place.

Effet de sol :
Cet effet se produit après le décollage du sol jusqu'à une hauteur correspondant à 1 – 1 ½ fois au diamètre du rotor de l'hélicoptère. Il est dû à ce que le souffle du rotor normalement libre rencontre ici un obstacle (Le sol) et forme ainsi un coussin d'air. En effet de sol, un hélicoptère peut soulever davantage de poids, mais au détriment de sa stabilité latérale, car il peut ainsi basculer plus ou moins fortement d'un côté ou de l'autre.

Vol ascendant :
La puissance excédentaire qui n'est pas nécessaire pour le vol stationnaire pourra être utilisée pour le vol ascendant. Un vol ascendant à la verticale nécessite plus d'énergie qu'une montée en translation avant. Pour cette raison, une montée en translation avant est plus rapide avec la même puissance moteur.

Vol horizontal :
Sur à peu près la moitié de sa vitesse maximum en vol horizontal, un hélicoptère nécessite la plus faible puissance de sa propulsion. Lorsqu'il a été exactement trimmé en vol stationnaire, l'hélicoptère décrit alors une courbe en translation avant. Ceci est dû à la cause suivante : sur le côté du rotor où les pales tournent vers l'avant, il se produit une plus forte portance par la plus grande vitesse d'écoulement des filets d'air que sur le côté où les pales tournent vers l'arrière et il en résulte une inclinaison latérale de l'hélicoptère.

Vol descendant :
Si le régime du rotor de l'hélicoptère est relativement faible et qu'il descent ainsi à la verticale trop rapidement, les pales du rotor ne brassent plus suffisamment d'air, il se forme alors ce qui est appelé un état « tourbillonnaire » ou l'écoulement d'air décroche du profil des pales. Cet état incontrôlé peut conduire à un crash. C'est pourquoi une descente rapide n'est possible qu'en translation avant ou avec le rotor tournant à haut régime. Pour cette même raison, l'hélicoptère sera tourné par prudence d'un vol contre le vent vers un vol dans le vent.

Battement des pales du rotor :
Afin que le plan de rotation du rotor ne s'incline pas trop fortement en vol en translation avant, une articulation de battement est incluse dans la tête du rotor. La pale la plus rapidement soufflée peut se soulever et la plus faiblement soufflée peut s'abaisser pour atténuer ainsi une différence de portance. Sur les modèles réduits, l'articulation est commune pour les deux pales.

Autorotation :
L'autorotation est une condition de vol avec le moteur coupé et dans laquelle le rotor principal est maintenu à haut régime par la mise des pales en Pas négatif durant le vol descendant. L'énergie ainsi emmagasinée permet de rétablir la portance au cours de la descente de l'hélicoptère par la remise des pales en Pas positif. Cette manœuvre est naturellement possible qu'une seule fois. Un hélicoptère réel aussi bien qu'un modèle réduit peuvent ainsi atterrir en toute sécurité en cas de panne du moteur.

Cet atterrissage en autorotation exige cependant du pilote de grandes facultés d'estimation et de réaction ; il peut l'entreprendre seulement une fois le vol descendant commencé, en intervenant ni trop, ni trop tard, c'est la raison pour laquelle cette manœuvre demande beaucoup d'entrainement.